

PLANERING OCH SIMULERING

— En referensram för analys av simulering
som angreppssätt vid olika planeringsnivåer
i en organisation

Olof Arwidi

1974





Digitized by the Internet Archive
in 2026

PLANERING OCH SIMULERING

En referensram för analys av simulering
som angreppssätt vid olika planerings-
nivåer i en organisation

OLOF ARWIDI



© 1974 Olof Arwidi

Mångfaldigandet av innehållet i denna bok, helt eller delvis, är enligt lag om upphovsrätt av den 30 december 1960 förbjudet utan medgivande av författaren. Förbudet gäller varje form av mångfaldigande, genom tryckning, duplicering, stencilering, bandinspelning etc.

FÖRORD

Föreliggande arbete har utförts vid Företagsekonomiska institutionen, Lunds universitet. Idéerna till arbetet "SIMULERING OCH PLANERING - En referensram för analys av simulering som angreppssätt vid olika planeringsnivåer i en organisation" utvecklades dels genom studier vid University of Pennsylvania, USA, och dels genom olika forskares intresse för planeringsfrågor i Lund. Under arbetets gång har jag på olika sätt sökt avgränsa det vida objektområdet. Bl a har jag begränsat det direkt empiriska arbetet. Jag behandlar vidare inte områdena människa-maskin interaktion och inte heller informationssystem, områden där intensiv forskning pågår på andra håll i Skandinavien.

Under hela avhandlingstiden har min handledare Curt Kihlstedt uppmuntrat mig, och de olika diskussioner som förts såväl personligt som i grupp har varit till stor hjälp och i hög grad stimulerat arbetet.

Jag har haft förmånen att arbeta med flera olika kollegor. Allan T. Malm och jag har under avhandlingstiden utväxlat många funderingar om planering. Några av dem har vi redovisat i en gemensam rapport. Framför allt har jag haft nytta av de idéer Allan fört om planeringens olika funktioner.

Det arbete som redovisas i appendix 1 och som grundar sig på en empirisk studie har utförts i nära samarbete med Christer Anderberg och Kaj Rosling och med vilka jag diskuterat olika problem.

Jag har i olika omgångar ventilerat avhandlingen vid licentiand- och doktorandseminarier. Jag vill här tacka för de konstruktiva råd jag fått av Lars H. Bruzelius, Hans Hyrenius, Bengt Lohmander och Sven-Ake Nilsson.

Jag har också haft förmånen att diskutera mitt projekt med Erik Johnsen, Metodeforskningsgruppen, Handelshögskolan i Köpenhamn.

Ett av de största tacken för hjälp med denna avhandling går till

Maj-Britt Johansson, EFL, som med outtröttligt tålamod skrivit olika versioner av denna avhandling och som i avhandlingens slutskede offrat helger och kvällar för detta arbete. Jag vill också tacka för den hjälp jag på olika sätt fått av Berit Andersson, Jörgen Dahlgren och Hans Hyrenius.

Ett positivt samarbete har kunnat bedrivas med ett företag i samband med ett empiriskt arbete.

I övrigt har jag haft förmånen av god service: Datamaskinkörningarna har gjorts på Lunds universitets Univac 1108.

Litteraturlån har i stor utsträckning skett över ekonomiska biblioteket.

Till projektet har erhållits anslag från Statens råd för samhällsforskning och från Fonden för ograduerade forskare vid Lunds universitet.

För all hjälp tackar jag alltså ovannämnda personer och institutioner. Trots detta stöd står jag naturligtvis själv ansvarig för brister i arbetet.

Till sist vill jag rikta ett varmt tack till min hustru Ingrid och mina föräldrar för vad de betytt för mig.

Olof Arwidi

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	FORSKNINGSOBJEKT OCH ANGREPPSSÄTT	1
1.1	UNDERSÖKNINGENS OBJEKT	1
1.2	UNDERSÖKNINGENS MÅLSÄTTNINGAR	6
1.3	METODOLOGI	9
1.4	RAPPORTENS UPPLÄGGNING	13
2	OM MODELLER OCH SIMULERING	17
2.1	FORMER FÖR OCH KRITERIER VID REPRESENTATION AV EKO- NOMISKA SYSTEM	19
2.1.1	Modeller - representation av system	19
2.1.2	Förslag till taxonomi över modelltyper	24
2.1.3	Systemets egenskaper - konsekvenser vid modell- representation	33
2.1.4	Modeller som planeringsinstrument	37
2.1.5	Sammanfattning - modeller relaterat till systemkaraktistika och lösningsformer	41
2.2	SIMULERING SOM ANGREPPSSÄTT VID MODELLREPRESENTATION I ORGANISATIONER	43
2.2.1	Begreppsanalys och principiella användnings- områden	43
2.2.2	Simulering av ekonomiska system - kommentarer i anslutning till olika synsätt	50
2.3	SAMMANFATTNING - KONSEKVENSER FÖR FORTSÄTTNINGEN	52
3	SYSTEMMODELLER SOM UTGÅNGSPUNKT FÖR BESKRIVNING AV OLIKA PLANERINGSPROCESSER I EN ORGANISATION	55
3.1	ALLMÄN SYSTEMTEORI/SYSTEMANALYS FUNDAMENT FÖR BEGREPPS- MODELLER ÖVER ORGANISATIONER	57
3.2	SYSTEMMODELLER FÖR FÖRETAGSSTYRNING	63
3.2.1	Beskrivningsdimensioner och systemmodelltyper	63
3.2.2	Sammanfattning av några systemmodeller över or- ganisationers styrsystem	65
3.2.3	Tolkning av systemmodellerna	71
3.3	EN SCHEMATISERING FÖR UPPDELNING AV OLIKA DELSYSTEM	74
3.3.1	En uppdelning av styrsystem från systemteore- tisk utgångspunkt	75
3.3.2	En tentativ uppdelning av olika styrprocesser från strukturella förutsättningar	78
3.3.3	Relationer mellan system och delsystem	82
3.4	SAMMANFATTNING, SLUTSATSER OCH IMPLIKATIONER FÖR FÖRUTSÄTTNINGEN	86

4	PLANERING PÅ OLIKA NIVÅER I EN ORGANISATION - EN REFERENSRAM	89
4.1	PLANERING UR FUNKTIONELL SYNVINKEL	91
4.1.1	Planeringssystemets funktioner	91
4.1.2	Planering som beslutsprocess	92
4.1.3	Ett vidgat planeringsbegrepp	94
4.1.4	Krav på en referensram - olika infallsvinklar	96
4.2	PLANERING UR STRUKTURELL SYNVINKEL	98
4.2.1.1	Typologier i sammandrag	98
4.2.1.2	Utgångspunkter för en karakteristik	101
4.2.2	Strukturella förutsättningar för olika typer av planering	103
4.2.2.1	Planeringens tidsmässiga konsekvenser	103
4.2.2.2	Omfång	106
4.2.2.3	Beskrivningsnivå	107
4.2.2.4	Grad av handlingsfrihet	108
4.2.2.5	Orsak-verkankunskap	109
4.2.2.6	Sammanfattning av strukturella förutsättningar	110
4.2.3	Typ av problemlösning	112
4.2.4	Typ av plan	113
4.2.5	Sammanfattning av typologin	116
4.3	SAMBAND MELLAN DELSYSTEMEN I PLANERINGSSYSTEMET	119
4.3.1	Samband mellan strukturella delsystem	119
4.3.2	Delsystem i planeringen efter olika uppgifter i organisationen	122
4.3.3	Samband mellan planeringens funktion i det strukturellt definierade planeringssystemet och funktioner för organisationen	123
4.4	SAMBAND MELLAN PLANERINGSSYSTEM OCH MÅLUPPFYLLELSE - DIREKTA OCH INDIREKTA KRITERIER	125
4.4.1	Problemstrukturer och modellstrukturer	125
4.4.2	Samband mellan val av system för planering och måluppfyllelse	128
4.4.3	Indirekta kriterier för analys av planeringssystem	131
4.4.3.1	Process- och representationskriterier	131
4.4.3.2	Indirekta kriterier - konstruktion och utnyttjande	135
4.4.3.3	Användning av olika kriterier	136
4.5	SAMMANFATTNING AV REFERENSRAMEN OCH UTNYTTJANDE AV DENNA I FORTSÄTTNINGEN	136

5	SIMULERING SOM ANGREPPSSÄTT VID PLANERING - FUNKTIONER VID OLIKA DELSYSTEM I DET TOTALA PLANERINGSSYSTEMET	141
5.1	SIMULERING SOM ANGREPPSSÄTT	144
5.2	SIMULERINGSFUNKTIONER VID OLIKA PLANERINGSNIVÅER	150
5.2.1	Simuleringsfunktioner vid operativ planering	150
5.2.2	Simuleringsfunktioner vid resursplanering	156
5.2.3	Simuleringsfunktioner vid strategisk planering	165
5.3	SAMBAND MELLAN PLANERINGENS FÖRUTSÄTTNINGAR, SIMULERING SOM ANGREPPSSÄTT OCH SIMULERINGSFUNKTIONER	176
5.4	SIMULERING I RELATION TILL SAMORDNINGS- OCH FÖRÄNDRINGSPROCESSER	181
6	METODFUNKTION FÖR SIMULERING VID PLANERING	183
6.1	FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR SIMULERINGSANVÄNDNING VID PLANERING	184
6.1.1	Förstärkning av beslutsfattarens kapacitet	184
6.1.2	Integration med informationssystem	185
6.1.3	Planeringssubjekt och planeringsobjekt	187
6.1.4	Sammanfattning av förutsättningar	188
6.2	METODFUNKTION FÖR SIMULERING - KARAKTERISTIKA	188
6.2.1	Simuleringsmetodik - generell metodik	189
6.2.2	Beskrivningar av simuleringsansatsens huvuddrag	190
6.2.3	Metodfunktion för simulering - dess faser	192
6.2.4	Förutsättningar för simulering som en kontrollerad process	195
6.3	METODPROBLEM VID SIMULERING - SYSTEMATISERING AV LÖSNINGSFÖRUTSÄTTNINGAR	196
6.3.1	Modellformulering	196
6.3.1.1	Förutsättningar för modellformulering	196
6.3.1.2	Modellkaraktäristika	199
6.3.2	Systemstrukturering	207
6.3.2.1	Förutsättningar	207
6.3.2.2	Steg vid bestämning av systemstruktur	209
6.3.3	Numerisk specifikation	216
6.3.3.1	Förutsättningar	216
6.3.3.2	Skattningsförfarande	218
6.3.4	Experimentplanering	220
6.3.4.1	Förutsättningar	220
6.3.4.2	Experimentplaneringstekniker	225
6.3.5	Validering	228
6.3.5.1	Förutsättningar	228
6.3.5.2	Steg och kriterier vid validering	229
6.4	FÖRSÖK TILL SYNTES AV METODFUNKTION FÖR SIMULERING SOM ANGREPPSSÄTT VID PLANERING I ORGANISATIONER	234

7	EN BESKRIVNING OCH ANALYS AV SIMULERINGSMODELLER VID OLIKA PLANERINGSNIVÅER	237
7.1	MODELLER PÅ DEN STRATEGISKA NIVÅN	238
7.1.1	Några modeller i sammandrag	240
7.1.2	Behandling av metodproblem	249
7.1.3	Simuleringsmodeller på den strategiska nivån - kriterier för bedömning	252
7.2	MODELLER PÅ RESURSPLANERINGSNIVÅN	254
7.2.1	Några modeller i sammandrag	255
7.2.2	Behandling av metodproblem	261
7.2.3	Simuleringsmodeller på resursplaneringsnivån - kriterier för bedömning	263
7.3	SIMULERING PÅ DEN OPERATIVA NIVÅN	264
7.3.1	Några modeller i sammandrag	264
7.3.2	Behandling av metodproblem	266
7.3.3	Simuleringsmodeller på den operativa nivån - kriterier för bedömning	266
7.4	SIMULERINGSMODELLER SOM EN DEL AV ETT PLANERINGSSYSTEM	268
8	SAMMANFATTNING OCH SLUTSATSER	269

SUMMARY

APPENDIX I. PLANERING AV ETT DELSYSTEM - EN EMPIRISK STUDIE	A.1
A.1 STUDIENS UTGÅNGSPUNKTER	A.1
A.1.1 Förutsättningar, objekt och arbetsformer	A.1
A.1.2 Den empiriska studien och den givna referensramen om planering	A.3
A.2 BESKRIVNINGAR AV DET STUDERADE SYSTEMET	A.6
A.2.1 Beskrivning av det fysiska flödet	A.6
A.2.1.1 Delsystem gemensamma med övriga företaget	A.6
A.2.1.2 Avdelningens produktionssystem	A.9
A.2.1.3 Avdelningens fysiska distributionssystem	A.10
A.2.1.4 Materialflödet utanför avdelningens direkta kontrollsystem	A.11
A.2.2 Informationsflöden och informationsrelationer	A.11
A.2.2.1 Cykliskt samordnande planering	A.11
A.2.2.2 Icke cykliskt samordnande planering	A.14
A.2.3 Relationer - marknad och organisation	A.14
A.2.3.1 Fysiska marknadsbeskrivningar	A.14
A.2.3.2 Värderelationer	A.15
A.2.4 Sammanfattning - översiktlig systembeskrivning	A.15
A.3 ANALYS AV ETT DELSYSTEM	A.18
A.3.1 Relationer med andra delsystem	A.18
A.3.2 Styrssystem för fysisk distribution	A.19
A.3.2.1 Verbal beskrivning av systemstruktur	A.19
A.3.2.2 Flödesplan över processerna i lagersystemet	A.20
A.3.2.3 Sammanfattning av huvudklasser av planeringsprocesser	A.24
A.3.3 Analys av kriterier och organisation av beslutsprocesser	A.25
A.3.3.1 Operativa	A.25
A.3.3.2 Resursplanerande	A.31
A.3.3.3 Strategiska	A.32
A.3.3.4 Sammanfattning - planeringsprocesser	A.32

A.4	RELATIONER MELLAN PLANERINGSPROCESSER - EN KONCEPTUELL MODELL	A.33
A.4.1	Kriterier för planeringsprocesser	A.34
A.4.2	Relationer mellan planeringsprocesser	A.36
A.4.3	Avgränsning mot övriga delar av planeringssystemet	A.41
A.5	OM MODELLSTRUKTURER OCH MODELLFÖRUTSÄTTNINGAR	A.43
A.5.1	Förutsättningar för modellering av olika delar av planeringssystemet	A.43
A.5.2	Förutsättningar för modellanvändning	A.45
A.5.3	Sammanfattning av förutsättningar för planering av lagersystemet	A.46
A.6	DEN EMPIRISKA STUDIEN - ETT EXEMPEL PÅ TOLKNING AV ETT PLANERINGSSYSTEM	A.47

APPENDIX 2.	FORMULERING AV EN SIMULERINGSMODELL	B.1
B.1	MODELLFORMULERING	B.2
B.2	SYSTEMSTRUKTURERING	B.3
B.2.1	Definition av systemets delar	B.3
B.2.2	Klassificering av modellelement	B.6
B.2.3	Modellstruktureringen	B.7
B.3	SPECIFIKATION AV ANVÄNDA REGLER OCH PARAMETRAR	B.7
B.3.1	Exogena variabler	B.7
B.3.2	Lagerregler	B.8
B.3.3	Prognosmodeller	B.10
B.3.4	Prognoskontroll-regler vid prognosavvikelser	B.11
B.3.5	Periodlängd mellan beslutsregelberäkning	B.12
B.3.6	Övriga parametrar	B.12
B.3.7	Sammanfattning - parametrar och regelmängder	B.13
B.4	EXPERIMENT VID TEST	B.13
B.4.1	Principiell uppläggning vid test	B.14
B.4.2	Resultat av testkörningar	B.15
B.5	TOLKNING OCH FÖRSLAG TILL MODELLUTVECKLING	B.18

KAPITEL 1. FORSKNINGSOBJEKT OCH ANGREPPSSÄTT

1.1 UNDERSÖKNINGENS OBJEKT

1.2 UNDERSÖKNINGENS MÅLSÄTTNINGAR

1.3 METODOLOGI

1.4 RAPPORTENS UPPLÄGGNING

1.1 UNDERSÖKNINGENS OBJEKT

Som framgår av undersökningens titel *"Planering och simulering - En referensram för analys av simulering som angreppssätt vid olika planeringsnivåer i en organisation"* avser undersökningen att behandla områdena planering och simulering i syfte att formulera en referensram som möjliggör en analys av simulering som ett medel i organisationers planering. Utgångspunkten är att i organisationers planeringssystem ska olika typer av planer uppfylla olika funktioner i systemet. En typ av planer är de som karakteriseras av att planeringen knyts till olika typer av kvantifierade modeller. En typ av modeller är simuleringssituationer. Således kommer förutsättningarna för olika planeringssituationer att behandlas i avsikt att formulera en referensram för planering och från denna avgränsas sedan analysen till simulering som angreppssätt i planering. Till skillnad från om simulering betraktas enbart som en lösningsteknik användes således här en referensram för att göra det möjligt att relatera simulering som angreppssätt till olika planeringssituationer. Detta byte av "paradigm" ställer de krav och syften som kan finnas vid olika planeringssituationer i centrum för undersökningen.¹⁾

1) Referensram. åsyftar vanligen ett system av begrepp med relationer mellan begreppen angivna så att man vet hur begreppen står i förhållande till varandra, men utan att göra anspråk på fullständighet. I en referensram ska begreppsbildningen möjliggöra att problemkomplexets delar kan urskiljas. Begreppen har generalitet i den meningen att de kan användas i mer än en situation (Schon, 1963). De har visst innehåll och visst omfång. (Asplund, 1969, kap. 8). Valet av utgångspunkt vid utvecklande av referensramen bildar de förutsättningar kring vilken analysen byggs upp. I denna undersökning har utgångspunkten, att betrakta simulering som enbart en lösningsteknik, varit otillräcklig för undersökningens syfte. I stället har utgångspunkten för analysen varit att betrakta simulering som ett angreppssätt i ett planeringssystem. Jfr Kuhns (1962, avd VI) framställning om att en upplevd anomali framtvingar ett byte av paradigm.

Användandet av simuleringsmodeller har starkt influerats av den operationsanalytiska problemlösningssfilosofin och simulering har också betraktats som en operationsanalytisk lösningsteknik.²⁾ Valet av uttrycks- och härledningsform vid modelleringen kommer självfallet att leda till att lösningarna sker under förutsättningar som är betingade av vald modellform. Betraktar man simulering som ett *angreppssätt* som användes i olika situationer för att uppnå olika syften, ges emellertid också möjligheter för en analys som utgår från planeringens *behov* och där modellerna ska uppfylla vissa *funktioner i ett planeringssystem*.

Från studier av olika simuleringsmodeller kunde konstateras att olikheterna ifråga om de yttre förutsättningarna för modellerna lett till en annorlunda behandling av metodproblem och tolkning av modellresultat. Om förutsättningarna för olika typer av modeller ställs i centrum för hur metodproblem behandlats, modellstrukturer formulerats och modellernas användningsområden definierats, finns möjligheter att ställa dessa frågor i relation till olika planeringssituationer. Härigenom kan också möjlighet ges att strukturera olika metodfrågors behandling till olika förutsättningar.³⁾

Utan en *begreppsapparat* och *föreställningsram* till vilka olika modellansatser kan relateras finns begränsade möjligheter att erfarenheter

2) Jfr t ex "Simulation is a natural development in the discipline of operations research... Operations research techniques use symbolic models and mathematical deductive processes to predict the effects of alternative solutions to a problem and to determine the best (or approximately the best) solution", *Emshoff & Sisson*, 1970, s 3.

3) Behovet av att strukturera olika metodfrågor så att erfarenheter från olika studier kan relateras har uppmärksamats av olika forskare. *Hoggatt* (i Bonini et.al. 1964, s 145) uttrycker detta behov enligt följande "We need a better methodology! Communication failure at this level won't do for a discipline that calls itself a science". *Dalkey* ("Families of models" i Hollingdale, 1967) föreslår att en utmaning för forskningen är utvecklandet av en teoretisk struktur för att karakterisera olika modeller. *Shulz & Sullivan* tar i inledningskapitlet i "Simulation in social and administrative Science" (Guetzkow, 1972) upp några av dessa problem och pekar på att verket belyser "the state of the art" genom redovisning av olika "case" och "overviews".

från dessa ska kunna ackumuleras.⁴⁾ Så har också stor oenighet rått om möjligheterna att använda simulering i organisationers planering och hur olika metodproblem ska angripas utifrån olika förutsättningar. Detta behov av en helhetssyn som möjliggör en integration mellan ett *syftesorienterat synsätt* och ett *problemlösningsorienterat synsätt* gör det önskvärt att använda en *referensram* som grund för en *typologi till vilken olika modellformuleringar kan relateras*.⁵⁾

Den ena utgångspunkten för undersökningen har således varit att utveckla en *referensram över planering i organisationen*. Utvecklandet av en referensram innebär i sig inte en begränsning till att gälla enbart simuleringsmodeller även om analysen fördjupats kring simulering som angreppssätt. Den begreppsapparat och de indelningar som föreslås torde ha generellare giltighet,⁶⁾ även om en referensram över ett komplext område som detta har små möjligheter att bli vare sig logiskt invändningsfri eller fullständig för alla tänkbara situationer. Särskilt betydelsefullt har därför varit att utveckla en begreppsapparat som har varit logiskt uppbyggd och som kunnat användas för att beskriva problemkomplex ur olika dimensioner.

Den andra utgångspunkten är således *simulering som angreppssätt vid representation av problem i organisationer*. Jag begränsar mig till den typ av simulering, som innebär att modellen formuleras i form av flödesplaner och datamaskinprogram. Däremot kommer företagsspel och experiment mellan människa och maskin inte att behandlas. Vidare behandlas inte olika former av analog simulering.

4) *Sprowls* (i Bonini et.al., 1964. s 147) uttrycker problemet enligt "Until some reasonably decent work is done on deriving implications from simulation studies, I am prepared only to look at each of them as an interesting isolated case which can be described to me but from which I shall draw no conclusions". - Att problemet med en referensram till vilken olika studier kan relateras är föga tillfredsställande löst framgår av *Case'* (Computing Review, 1971): recension av *Naylor et al.*, 1971: "The authors are to be recommended for bringing together in a volume a sampling of previously published work on simulation. However, since the work is largely a collection, the chapters are somewhat disconnected and uneven in emphasis... In fact, one has the feeling that he is, being the guide on a hurried tour of a museum."

5) Se t ex *Arwidi & Malm*, 1973.

6) Så har delar av denna t ex använts som introduktion för grundkomponent på C/D-nivån i Lund och för strukturering av ett kursutbud på en utbildningslinje på denna nivå "Planering och ekonomisk analys".

Det bör redan i detta sammanhang understrykas att simulering i denna undersökning uppfattas som ett angreppssätt för att representera och lösa system i modellform. Synsättet är alltså att datamaskinsimulering är en form av modellangreppssätt, där modellerna formuleras med hänsyn till hypoteser och teorier om det modellerade systemet. Begreppet "en teori om simulering" blir endast meningsfullt om man därmed avser en teori över de olika procedurer som kan ingå vid en simulering och/eller en teori över på vilket sätt simulering kan användas.

Användning av simulering kan i olika avseenden påverka möjligheterna till en "bättre" planering. Genom att formulera modeller för simulering kan t ex en noggrannare och med objektnivån mer adekvat modellrepresentation göras, än vad som är möjligt vid en analytisk eller numerisk modellformulering. Vidare har beslutsfattaren vid simulering en större frihet att manipulera med olika beslutsregler än vad som är praktiskt möjligt vid analytiska eller numeriska modeller. De ofta relativt komplexa modellformuleringar som användande av simulering medför, leder till att *metodproblem* vid simulering som *modellformulering*, *systemstrukturering*, *numerisk specifikation av variabler och variabelsamband*, *experimentplanering och tolkning/validering* kommer att vara av särskild betydelse vid en analys av simuleringsansatsens användning i organisationens planering.

Bidrag till en metodologisk vidareutveckling av simulering har kommit dels från forskare vars huvudintresse varit att förklara och/eller kontrollera vissa egenskaper hos objekten i ett reellt system och dels från forskare som mer laboratoriemässigt arbetat med simulering i syfte att besvara frågor av typen: hur ska startvärdena fastställas för att en simulering ska ge tillförlitliga resultat, hur behandlas problematiken statistisk variation vid simulering etc. Mellan dessa båda forskargrupper kan ställas ytterligare en grupp av forskare, som från en förenklad "typisk" verklighet (hämtad från observationer av reella system och/eller litteratur) konstruerar modeller på vilka de t ex mäter effekten av olika typer av beslutsregler.

De simuleringar som redovisas i litteraturen visar att simulering applicerats på en mängd olika delområden och på snart sagt alla beskrivningsnivåer inom ekonomin, från simuleringar över länders ekonomi, branscher och företag till enskilda beslutsfattares problem i

fråga om t ex pris-, investeringsportföljs- och lagerplanering. En del av dessa simuleringar har gjorts i syfte att utveckla beskrivningar och/eller testa teorier, andra har använts i syfte att utvärdera olika beslutsregler. Någon egentlig teori över simuleringsanvändning i organisationer har däremot inte sökts formuleras, utan olika forskare har i stor utsträckning arbetat med separata problemområden.

I den nuvarande kunskapssituationen synes det därför som en synnerligen väsentlig uppgift att strukturera undersökningsområdet *"Planering och simulering"*. Det bör understrykas att en i någon mening "fullständig" strukturering av ett undersökningsområde som detta i realiteten är omöjlig. Det är snarare frågan om en analys på olika generalitetsnivåer, t ex för vilka syften kan simulering utnyttjas vid planering och vilka speciella egenskaper kommer att utnyttjas vid olika typer av situationer. På motsvarande sätt ställs frågeställningen om vi kan urskilja en simuleringsmetodik som kan beskrivas mera generellt och utifrån detta svar görs en analys av hur planeringssituationen påverkar olika metodproblems behandling. I detta senare fall söker vi alltså först urskilja olika metodproblem och sedan med utgångspunkt från olika planeringssituationer ange förutsättningar för lösning av respektive metodproblem innan vi behandlar olika lösningstekniker. Tilläggas bör också att analysen av enskilda metodproblem i allmänhet kommer att hållas på en översiktlig nivå, där referenser får ersätta en mer detaljerad framställning. Trots dessa begränsningar kan emellertid det synnerligen stora objektområdet försvaras med utgångspunkt från angelägenhetsgraden av en helhetssyn på simulering som angreppssätt vid planering. Om det visar sig vara möjligt att fastställa en någorlunda formaliserad *föreställningsram*, eller i idealfallet en teori, bör nämligen olika arbeten med *simuleringsmodeller i planering* kunna ställas i ett *generellare sammanhang*.

Sammanfattningsvis kan alltså konstateras att det saknas en övergripande teori, som gör det möjligt att ställa enskilda studier i ett generellare sammanhang. Detta förhållande kan givetvis vara såväl en varning som ett incitament för ett arbete av den typ som här kommer att presenteras.

1.2 UNDERSÖKNINGENS MÅLSÄTTNINGAR

Undersökningens målsättningar kan formuleras utifrån de problem som behandlas. I analogi med arbetets titel kan målsättningen för arbetet formuleras enligt följande:

Målsättning (M): Att formulera en referensram för analys av simulering som angreppssätt vid planering i organisationer.

Genom att strukturera undersökningsområdet kan målsättningen delas upp efter delproblem. I första hand kan en uppdelning av problemområdet göras utifrån problemen att 1) dels utveckla en referensram för planering i olika delsystem och 2) dels utifrån denna referensram för planering analysera hur simuleringsangreppssättet kan utnyttjas vid olika planeringsnivåer.

Delmålsättning 1 (M 1): Att utveckla en referensram som gör det möjligt att relatera modellansatsen simulering till planering i organisationer.

Delmålsättning 2 (M 2): Att formulera konceptuella modeller som gör det möjligt att analysera simulering som angreppssätt vid olika planeringsnivåer.

Undersökningsområdet struktureras ytterligare genom en uppdelning av delmålsättningarna. Så görs uppnåendet av delmålsättning 1 beroende av tre underordnade problemområden.

- a) Vilka modellegenskaper kan vara önskvärda vid modellrepresentation av ekonomiska system för planeringsändamål och vilka möjligheter finns att realisera dessa genom användande av simuleringsmodeller?
- b) Finns det möjligheter att utveckla en referensram för beskrivning av planeringssystemet som möjliggör att vi kan urskilja olika dimensioner och kategorisera olika planeringssituationer?
- c) Är det möjligt att empiriskt använda den föreslagna referensramen vid beskrivning av planeringsproblem och som utgångspunkt för formulering av modeller för styrning av dessa?

Följaktligen formuleras följande submålsättningar:

M.1.1.: Att från en analys av önskvärda karakteristika vid modellrepresentation av ekonomiska system för planering strukturera och ange simuleringsansatsens olika egenskaper.

M.1.2.: Att utveckla en referensram över planeringssystem för uppdelning av olika delsystem.

M.1.3.: Att i en empirisk studie i en organisation undersöka möjligheten att inom ett delsystem tillämpa referensramen över planering för beskrivning av - och som utgångspunkt för lösning av planeringsproblem.

Uppnåendet av delmålssättning 2 görs på liknande sätt beroende av tre underordnade problemområden.

- a) Kan olika funktioner och strukturella egenskaper urskiljas för simuleringsmodeller vid olika planeringsnivåer?
- b) Kan en serie av metodologiska problem urskiljas vid simulering och hur påverkas dessas behandling av planeringens förutsättningar?
- c) Kan vi tillämpa delar av vår analys i en modell som formuleras utifrån den empiriska studien och vilka slutsatser kan vi dra från denna modellering?

Följaktligen formuleras följande submålsättningar med avseende på delmålssättning 2.

M.2.1.: Att relatera simulering som ett angreppssätt till olika delar av planeringssystemet och urskilja olika funktioner och strukturella egenskaper vid dess användning.

M.2.2.: Att urskilja och systematisera olika metodproblem vid simulering och beskriva egenskaper vid utnyttjande av simulering vid olika planeringsnivåer.

M.2.3.: Att formulera en modell över ett visst planeringsproblem och på modellen testa och utvärdera olika regelkombinationer.

Den gjorda uppdelningen av målsättningarna kan sammanfattas med följande figur, där rektanglarna uttrycker målsättningarna på olika nivåer och pilarna anger de viktigaste relationerna mellan submålsättningarna. Målsättningarna operationaliseras successivt i den fortsatta framställningen. I beskrivningen av arbetets uppläggning anges var respektive målsättning skall uppfyllas.

M. Att formulera en referensram för analys av simulering som angreppssätt vid planering i organisationer.

M 1. Att utveckla en referensram som gör det möjligt att relatera modellansatsen simulering till planering i organisationer.

M.1.1. Att från en analys av önskvärda karakteristika vid modellrepresentation av ekonomiska system för planering, strukturera och ange simuleringsanalysens olika egenskaper.

M.1.2. Att utveckla en referensram över planeringssystem för uppdelning av olika delsystem.

M.1.3. Att i en empirisk studie undersöka möjligheten att inom ett delsystem tillämpa referensramen för planering för beskrivning av - och som utgångspunkt för lösning av planeringsproblem.

M 2. Att formulera konceptuella modeller som gör det möjligt att analysera simulering som angreppssätt vid olika planeringsnivåer.

M.2.1. Att relatera simulering som ett angreppssätt till olika delar av planeringssystemet och urskilja olika funktioner och strukturella egenskaper vid dess användning.

M.2.2. Att urskilja och systematisera olika metodproblem vid simulering och beskriva egenskaper vid utnyttjande av simulering vid olika planeringsnivåer.

M.2.3. Att formulera en modell över ett visst planeringsproblem och på modellen testa och utvärdera olika regelkombinationer.

Figur 1:1. Undersökningens målsättningar.

1.3 METODOLOGI

För att söka tillfredsställa de olika målsättningarna måste olika metoder användas under undersökningens förlopp. I själva verket har undersökningens delmålsättningar omformulerats allteftersom ytterligare information samlats.

Bland de viktigaste utgångspunkterna för studien var antaganden om att det existerar olikartade relationer mellan å ena sidan typen av planeringssituation och å andra sidan för dessa formulerade simuleringsmodeller.

- a) Beträffande de olika faserna vid konstruktion och härledning av lösning från modellerna.
- b) Beträffande tolkningen av hur modellerna kan användas.
- c) Beträffande möjligheterna att empiriskt mäta konsekvenser av modellernas utsagor och därigenom testa förutsättningar och slutsatser i reella system.

Ovanstående tre moment uttrycker också nyckelpunkter vid modellering av förlopp på objektnivån.

- a) Konstruktion av en modell som uttrycker relationer mellan variabler.
- b) Tolkning av en modells begränsningar och förutsättningar.
- c) Empiriska mätningar för modelltest.

I denna undersökning centreras i analogi med huvudmålsättningen intresset på möjligheten att använda en viss modellform - simulering - i organisationers planering. Metodologiskt kommer emellertid angreppssättet att i stor utsträckning skilja sig från ovan relaterade, då vi här söker göra en analys av en mängd olika situationer som kräver olika former av modellformulering, tolkningar och tester. I undersökningen kommer alltså större delen av materialet att utgöras av olika forskningsrapporter och studier, medan empiriska studier och specifika modellformuleringar kompletterar den övriga undersökningen.

Med avseende på delmålsättning 1: "Att utveckla en referensram som gör det möjligt att relatera modellansatsen simulering till planering i organisationer", läggs huvudvikten vid att formulera en re-

ferensram för planering som gör det möjligt att beskriva det totala planeringssystemet ur olika synvinklar. Detta skall leda fram till en referensram över planeringssystemet, som möjliggör särskiljande av olika planeringstyper (planeringsnivåer).

Med avseende på delmålsättning 2: "Att formulera konceptuella modeller som gör det möjligt att analysera simulering som angreppssätt vid olika planeringsnivåer", utgör den föreslagna referensramen en utgångspunkt för dels en analys av olika metodologiska problem vid simulering och dels en analys av ett antal olika simuleringsmodellers funktioner i planeringssystemet.

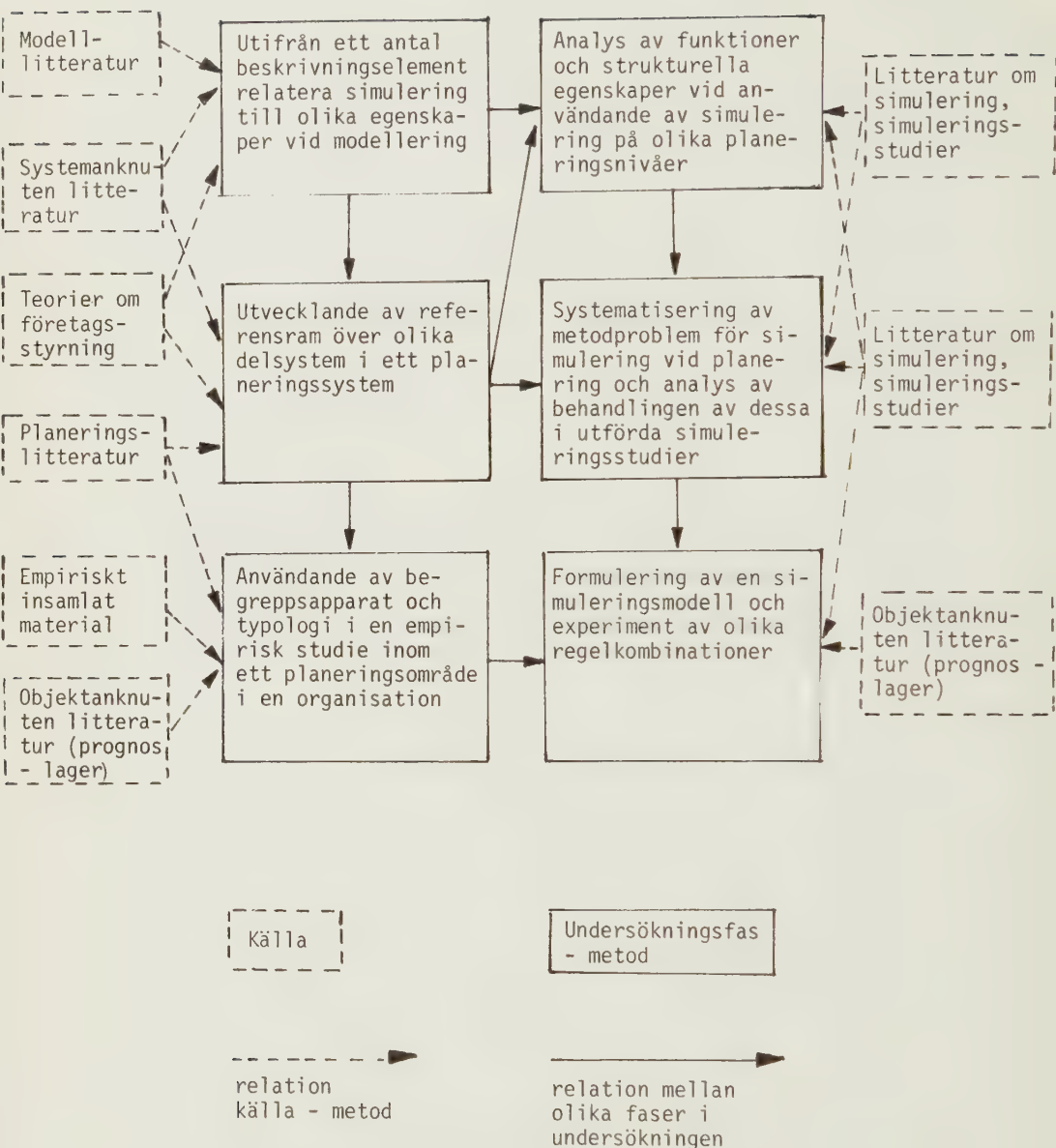
Följande sex undersökningsstrategier (metoder) med nära korrespondens till de operationaliserade submålsättningarna, har använts i undersökningen:

1. Från en litteraturanalys identifieras olika beskrivningselement utifrån vilka representation av ekonomiska system kan karakteriseras. Givet dessa beskrivningselement har en utgångspunkt getts för karakteristik av simulering och senare dess användning i planering.
2. För att utveckla en referensram över planeringssystem i organisationer har material från planeringsinriktad litteratur dels sökts integreras med generellare teorier om företagsstyrning och dels har ett systeminriktat synsätt sökts tillämpas. Syftet med referensramen är inte endast att ge förslag till en lämplig typologi över aktuella planeringssituationer, utan att bidra till en lämplig begreppsapparat som gör det möjligt att ge en ram för analys och konstruktion utifrån en helhetssyn av organisationer ur planerings- och kontrollsynpunkt.
3. I en empirisk studie har den föreslagna referensramen sökts tillämpas inom ett bestämt planeringsområde. Avsikten har varit att i "case"-form pröva om referensramen kunnat användas för beskrivning av ett komplext planeringsområde. Värderingen av denna inskränkes till en form av subjektiv validering.

Ovan tre relaterade faser i undersökningen utgör den del av undersökningen som bildar den vidare referensramen. Den snävare centrereringen mot simulering görs i tre på varandra följande steg:

4. Från metodinriktad simuleringslitteratur och utförda studier urskiljes syften och strukturella egenskaper vid användning av simulering på olika planeringsnivåer.
5. Försök till systematisering av metodproblem för simulering vid planering. Dessa metodproblem beskrivs och analyseras också genom en analys av olika utförda simuleringsstudier.
6. Slutligen redovisas en simuleringsmodell som formulerats i anslutning till det objektområde som beskrivits vid punkt 3.

Sålunda har olika källor från ett omfattande material använts under undersökningens gång. De metoder som använts för att utnyttja materialet har varierat dels efter materialets art och dels efter vad som önskats uppnås genom användandet av detta. I fortsättningen kommer vi att löpande redovisa hur olika typer av material utnyttjats.



Figur 1:2. Källor och faser i undersökningen.

1.4 RAPPORTENS UPPLÄGGNING

Rapportens uppläggning illustreras översiktligt i figur 1.3.

Första delen har behandlats i detta kapitel (1) *Forskningsobjekt och angreppssätt*.

Andra delen, som centreras kring utvecklandet av en referensram, består av tre kapitel.

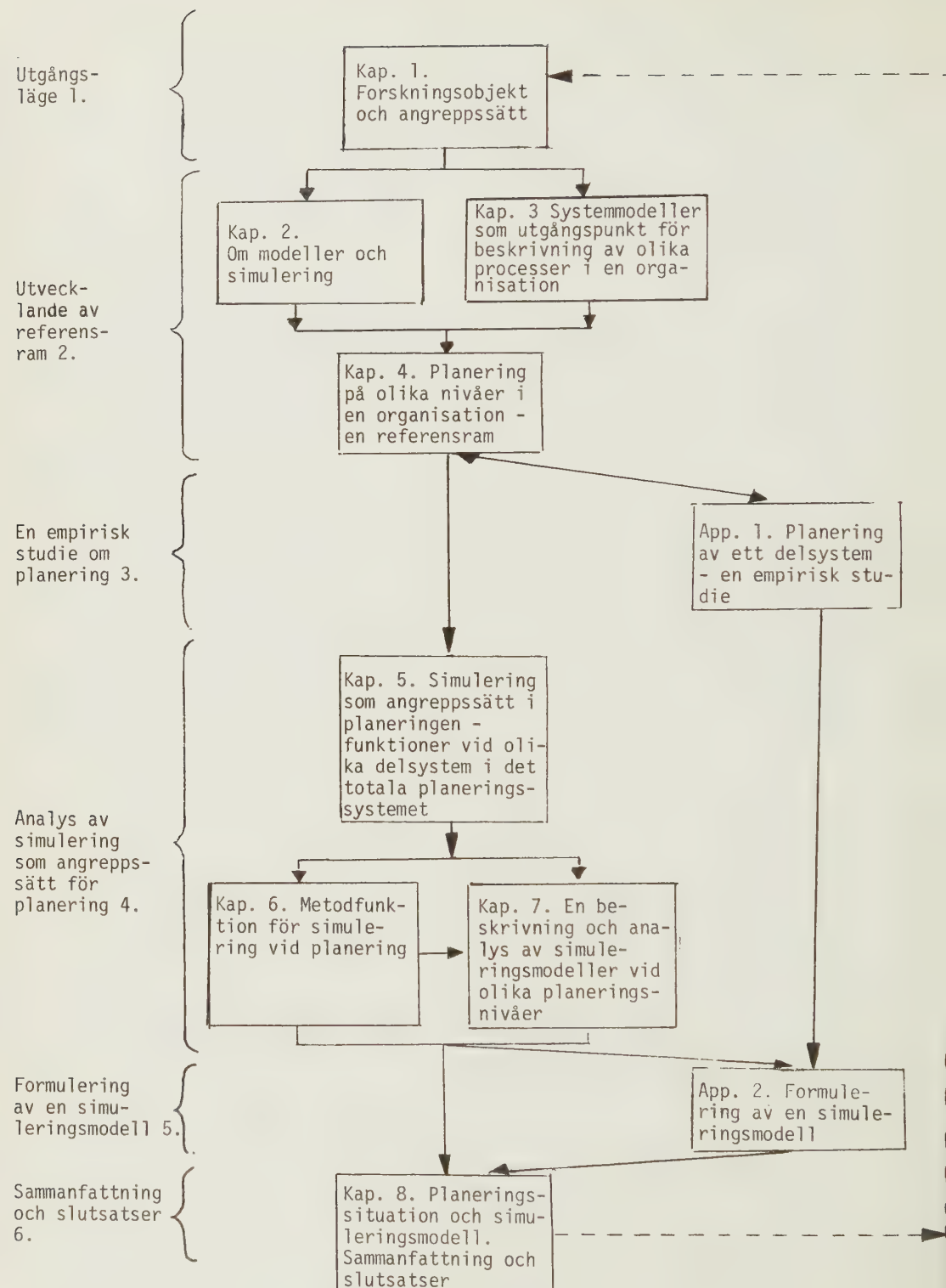
I kapitel 2. Om modeller och simulering identifieras olika generella förutsättningar för den fortsatta analysen. Här anges förutsättningar om modeller och härledning, strukturella egenskaper i organisationer och olika modellegenskaper vid planering. En definition och beskrivning görs av simuleringsansatsen, och olika egenskaper hos denna anges.

I kapitel 3. Systemmodeller som utgångspunkt för beskrivning av olika planeringsprocesser i en organisation tas dels generellare satser från systemteori, dels ett antal forskares bidrag till ett systeminriktat synsätt över styrproblematiken i organisationer, som utgångspunkt för en tentativ uppdelning av olika styrprocesser i en organisation. Från detta material dras ett antal slutsatser som bildar en bakgrund för delsystemet planering i organisationen och olika referenspunkter för denna urskiljes.

I kapitel 4. Planering på olika nivåer i en organisation – en referensram formuleras, utifrån dels en funktionell indelning och dels en strukturell indelning, en konceptuell modell, som leder till att en uppdelning av olika typer av planering kan göras utifrån en helhetssyn av planeringssystemet. De olika delarna av dessa kan anges utifrån olika beskrivningsdimensioner och relationerna mellan delsystemen kan anges.

I detta avsnitt formuleras den referensram som ska möjliggöra ett studium av förutsättningar, metodfunktion och effekter för ett angreppssätt utifrån en bestämd begreppsapparat.

I denna del skall submålsättning 1.1 (kap. 2) och submålsättning 1.2 (kap. 3-4) uppfyllas.



Figur 1:3. Översikt av undersökningen

Appendix 1. Planering av delsystem – en empirisk studie innefattar undersökningens direkt empiriska del. Här görs först en översiktlig systembeskrivning av ett system hos en producent avseende fysiska flöden, informationssystem och relationer mot en miljö. Från den översiktliga systembeskrivningen beskrivs och analyseras med avseende på planeringsfunktionen mer i detalj ett delsystem och från den gjorda beskrivningen urskiljs vissa beslutsregelmängder. En schematisering med uppdelning av olika styrmodeller görs i anslutning till den referensram som föreslagits. Avsikten med detta kapitel är främst:

- 1) Att inom ett begränsat planeringsområde göra en analys om det är konceptuellt möjligt att använda den föreslagna referensramen vid analys av ett planeringssystem.
- 2) Att göra en beskrivning av ett reellt planeringsområde som i en senare del av undersökningen används som utgångspunkt för formulering av en simuleringsmodell.

Genom appendix 1 skall submålsättning 1.3 uppfyllas.

Delmålsättningen 1 "Att utveckla en referensram som gör det möjligt att relatera modellansatsen simulering till planering i organisationer" skall genom del två och tre vara uppfylld.

Undersökningens fjärde del behandlar utifrån den tidigare formulerade referensramen, simulering som angreppssätt vid planering.

Kapitel 5. Simulering som angreppssätt i planeringen – funktioner vid olika delsystem i det totala planeringssystemet inleds med en relativt oformaliserad genomgång av möjligheter, begränsningar och fördelar vid användande av simulering. Från den tidigare utvecklade referensramen görs sedan en analys över olika syften och strukturella egenskaper vid användande av simulering för respektive planeringsnivå. Kapitlet avslutas med schematisering av simuleringsfunktioner vid olika planeringsnivåer.

I kapitel 6. *Metodfunktion för simulering i planering* anges olika förutsättningar för lösning av metodproblem. Efter identifikation av olika metodproblem analyseras och systematiseras olika förutsättningar för att lösningen av dessa ska ske inom en kontrollerad process.

I kapitel 7, *En beskrivning och analys av simuleringsmodeller vid olika planeringsnivåer* görs från ett antal utvalda studier en indelning efter planeringstyp. Efter en kortfattad beskrivning av studierna analyseras behandlingen av de olika metodologiska problemen utifrån vilken typ av planering modellerna är avsedda för och de olika modellernas användningsområden i planeringssystemet analyseras.

Genom del 4 ska submålsättningarna 4 och 5 uppfyllas.

Appendix 2. Formulering av en simuleringsmodell behandlar formulering av en prognos - lagermodell och några inledande experiment på denna. Problemområdet och undersökningsobjektet "kortsiktig styrning av depålager" härrör från den empiriska undersökningen. Från den empiriska undersökningen görs en abstrahering av situationen så att modellen representerar "en typisk verklighet"⁷⁾ i avsikt att på modellnivån visa användning av simulering inom ett objektområde. Härvid behandlas först problemformulering och systemstrukturering och därefter de olika regler som används i modellen. På modellen görs sedan en serie experiment med kombinationer av olika beslutsregler under bestämda efterfrågeserier. Efter dessa experiment dras preliminära slutsatser. Dessa slutsatser är mer av testkaraktär, då modellen är avsedd att vidareutvecklas dels genom en experimentserie och dels genom omformulering av gränserna för det studerade systemet.

Genom appendix 2 skall alltså submålsättning 2.3 uppfyllas.

Del 4 och 5 skall svara mot delmålsättning 2 "Att formulera konceptuella modeller som gör det möjligt att analysera simulering som angreppssätt vid olika planeringsnivåer".

I kapitel 8, *Planeringssituation och simuleringsmodell. Sammanfattning och slutsatser* avslutas rapporten med en sammanfattning och analys där huvudsyftet för undersökningen "Att formulera en referensram för analys av simulering som angreppssätt vid planering i organisationer" ställs i centrum.

7) Jfr 1.1 och senare kap. 7.

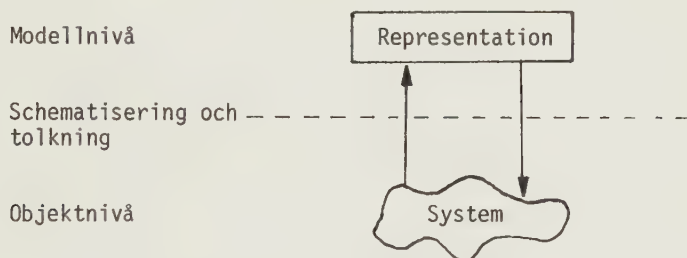
KAPITEL 2. OM MODELLER OCH SIMULERING

2.1 FORMER FÖR OCH KRITERIER VID REPRESENTATION AV EKONOMISKA SYSTEM

2.2 SIMULERING SOM ANGREPPSSÄTT VID MODELLREPRESENTATION I ORGANISATIONER

2.3 SAMMANFATTNING - KONSEKVENSER FÖR FORTSÄTTNINGEN

Innehållet i kapitlets första del kan anges utifrån följande figur:



Ovanstående enkla¹⁾ bild kan beskrivas ur fyra synvinklar:

1. Som en helhet, där olika förutsättningar och samband anges.
2. Från modellnivån, avseende modellens struktur.
3. Från objektnivån, avseende egenskaperna i systemet.
4. Från den schematisering och tolkning som relaterar modellen med objektnivån.

Dessa synvinklar har tagits som utgångspunkt för en kortfattad *karakteristik av förutsättningar för modellanvändning vid planering av ekonomiska system*. Vi begränsar här framställningen till ett fåtal aspekter på en relativt generell nivå som syftar till att karakterisera olika principiella förutsättningar och anger med en notapparat olika källor.

1) Figuren har enbart ett illustrativt syfte, således anges i denna vare sig några relationer till teori eller till egenskapsmängder på objektnivån. För ett exempel på en mer sofistikerad sammanfattande bild hänvisas till *Bunge, 1967:1, s 497*.

1. Första avsnittet har ett introducerande syfte och leder fram till en illustration av beroendeförhållanden vid modell och objektnivå vid en "tänkt" (abstrakt) beslutssituation.
2. I andra avsnittet formuleras en typologi för att särskilja olika typer av modeller. Detta leder dels till att simuleringsmodeller beskrivs i relation till andra modelltyper och dels till att olika förutsättningar beskrivs på begreppsplanet. Här definieras närmare begreppen angreppssätt och metodfunktion.
3. Från en litteraturanalys anges tentativt några (väsentliga) egenskaper hos ekonomiska system som direkt eller indirekt påverkar modelleringen.
4. Utifrån att en modell ska användas vid planering i organisationer urskiljs olika typer av målformuleringar och ett antal begrepp introduceras i anslutning till beskrivningen av olika förutsättningar vid planeringssammanhang.

Innehållet i kapitlets andra del är helt centrerat till simulering. Först görs dels en begreppsanalys, dels anges principiella användningsområden för simulering. Från denna analys urskiljs således olika egenskapsmängder vid simulering och en första granskning görs av olika syften vid användande av simulering.

I andra avsnittet ställs simulering som angreppssätt i relation till olika synsätt om organisationer. Här anges kortfattat några av de förutsättningar som formuleringen av simuleringsmodeller kan baseras på.

Kapitlet avslutas med en sammanfattning där simulering ställs mot den i det första avsnittet gjorda beskrivningen. I denna sammanfattning anges olika principiella förutsättningar och möjligheter för simuleringsanvändning vid planering av ekonomiska system.

Kapitelinnehållet har alltså lagts på en relativt generell nivå för att införa olika begrepp och förutsättningar.

2.1 FORMER FÖR OCH KRITERIER VID REPRESENTATION AV EKONOMISKA SYSTEM

2.1.1 Modeller - representation av system

En väsentlig del av en vetenskaplig undersökning utgöres av formulering av modeller av den fysiska eller sociala värld som undersökes. En modell kan uppfattas som en serie förutsättningar från vilka en eller flera slutsatser kan härledas. Ett karakteristiskt drag är att endast vissa egenskaper av det studerade systemet inkluderas i modellförutsättningarna. Modeller kan ställas upp explicit men kan också ställas upp implicit hos modellbyggaren - "en tankeprocess". Det är den förra typen av modeller som behandlas här.

Följande citat illustrerar modellbegreppet:

"They (scientific models) are representation of states, objects and events. They are idealized in the sense that they are less complicated than reality and hence easier to manipulate and "carry about" than the real thing. The simplicity of models, compared with reality, lies in the fact that only the relevant properties are represented. ... A scientific model is, in effect, one or a set of statements about reality. These statements may be factual law-like or theoretical."²⁾

Sociala system typ organisationer är öppna system, dvs de har relationer med sin omgivning. En modell däremot sluts med nödvändighet kring vissa egenskaper hos det studerade systemet.³⁾ Ett sätt att beskriva modellbyggarens process är genom en beskrivning i tre steg, 1) avgränsning av ett reellt system, 2) abstrahering av väsentliga faktorer och samband (abstraherat system) och 3) utvecklande av mer sammanfattande modeller.⁴⁾

En vetenskaplig modell kan alltså uppfattas som en serie hypoteser noggrant uppställda - ofta kvantitativt - om vilka variabler som är väsentliga för att förstå det studerade systemet och hur dessa är

2) Ackoff, 1962, s 108.

3) Jfr dock Forrester (1961, s 51) som med en sluten modell anser, att modellen fungerar utan att relateras till variabler som genereras utanför modellen. Med en öppen modell anser Forrester, att modellen relateras till variabler som genereras utanför modellen.

4) I stort efter Hagen, "Analytical models in the study of social systems" i On the theory of social change, 1962, s 505. Jämförelser kan också göras med Miller, "Living Systems", Behavioral Science, 1965, 10:3 och 10:4.

interrelaterade.⁵⁾ Testbara slutsatser kan härledas från modellen genom matematisk eller logisk deduktion eller genom experiment på modellen. Ett av huvudproblemen för forskaren är att ställa upp förutsättningarna - hypoteserna - så att modellen är representativ för det studerade systemet, samtidigt som det kan vara ett krav att modellen i vid mening är lösbar.

En modell av detta slag uttrycker således dels teorier om systemets beteende, dels mätbara variabler, varigenom en empirisk prövning blir möjlig. Vi kan härvid använda oss av *Margenau*'s⁶⁾ beskrivning av en teori för att kortfattat ange några samband. Han använder i sin analys av en teoris⁷⁾ uppbyggnad två plan. Den ena består av olika teoretiska begrepp och konstruktioner och den andra symboliserar objektnivån, där empiriska och observerbara data kan insamlas. Mellan dessa nivåer finns översättningsregler som gör det möj-

5) *Hempel & Oppenheim* (1948) ställer idealt följande villkor på förklarande (explanativ) modell:

1. Förklaringen (Explanandum) måste logiskt kunna härledas från förutsättningarna.
2. Förutsättningarna (Explanans) måste innehålla de generella lagar som erfordras för logisk härledning av förklaringen. Med lag menas närmast en relation som åtminstone indirekt testats empiriskt och i litteraturen allmänt befunnits ha empirisk validitet.
3. Förutsättningarna måste ha empiriskt innehåll, dvs åtminstone ett påstående som kan testas genom experiment eller observation skall kunna härledas från förutsättningarna.
4. De empiriska påståendena måste kunna bekräftas med alla tillgängliga fakta.

6) *Margenau*, 1950, spec. kap. 5 och 6.

7) I denna framställning hålls teori- och modellbegreppet åtskilda. Med teori avses de generella satser som innehåller hypoteser, postulat och motsatser. En modell kan sägas vara ett specifikt fall av teorin och bör idealt stå i direkt strukturell korrespondens med teorin. En teori kan testas genom konstruktion av specifika modeller som jämförs mot observerbara data och omvänt kan en modell användas till härledning av teorem (modellens induktiva egenskaper). Jfr *Kaplan* (1964, s 262) och *Cohen & Cyert*, 1965 (s 18). Sambanden mellan verklighet, modell och teori förklaras delvis med liknande principer i *Langefors* (1966, stencil). Jfr även *Nagel* (1961, kap. 2-3).

ligt att relatera teorier till objektnivån,⁸⁾ vilka Margenau beskriver som en serie korrespondensrelationer genom vilka teorins nätverk av konstruktioner kan anknytas till observerbara fenomen. De teoretiska konstruktionerna är av två slag, dels a) enbart konstitutiva, varmed avses att konstruktioner kan uttryckas som en konstruktion av två andra konstruktioner, dels b) konstitutiva och operationellt specificerade som skall kunna uttryckas i överensstämmelse med observerbara fenomen.⁹⁾

De formella relationerna mellan olika konstruktioner gör det möjligt att matematiskt eller logiskt härleda en lösning.

Vi kan nu sammanfatta några av de viktigaste kraven som skall uppfyllas vid konstruktion och härledning av en modell:

- a) Modellstruktur skall anknytas till existerande teoribildning.
- b) Vissa modellvariabler ställs i relation till observerbara data (korrespondensrelationer).
- c) För att meningsfyllda slutsatser skall kunna dras bör modellen formuleras så att de slutsatser som härledes uttryckes i storheter, som skall kunna ställas i relation till existerande kunskapsmassa.

8) Jfr följande citat av *Hempel*, 1952, s 36.

"A scientific theory might therefore be likened to a complex spatial network: Its terms are represented by the knots, while the threads connecting the latter correspond, in part, to the definitions and, in part, to the fundamental and derivative hypotheses included in the theory. The whole system floats, as it were, above the plane of observation and is anchored to it by rules of interpretation. These might be viewed as strings which are not part of the network but link certain points of the latter with specific places in the plane of observation."

9) Ett med Margenau relativt likartat synsätt finner vi hos *Marx* (1963, s 185 ff). Han definierar de konstruktioner som har direkt empirisk relevans som inskjutna variabler. En hypotetisk konstruktion definierar Marx som varje begrepp med låg operationell validitet. Vetenskapliga framsteg mäts sedan delvis med hur väl de hypotetiska konstruktionerna via inskjutna variabler kan prövas mot en empirisk verklighet. Termen teoretiskt begrepp ("theoretical concept") används av *Braitwaite* (1953, s 51) och identifierar termer som "nytta" och "aspirationsnivå" som används vid uppställning av teorier men som inte direkt kan observeras.

Vid modellrepresentation innebär detta, att modellen skall kunna relateras till såväl observerbara data som till teori under vissa krav på lösbarhet, vilka varierar allt efter modellsyfte.

Syftet med explicita modellkonstruktioner är alltså att modellerna skall användas för att beskriva, förstå, förklara och/eller förutsäga skeenden på objektnivån. Vid modeller avsedda att användas för förutsägelser krävs att åtminstone endera av egenskaperna förståelse respektive förklaring skall vara uppfylld.¹⁰⁾ Om modellen skall användas i syfte att förutsäga effekterna av alternativa lösningar och för att bestämma det lämpligaste alternativet (dvs normativ användning) krävs emellertid inte bara att de i modellen specificerade variabelvärdena och variabelsambanden har överensstämmelse med fenomen i det verkliga systemet, utan även att modellen är en, för uppnåendet av de fastställda målsättningarna med användandet, tillräckligt noggrann representation av det verkliga systemet.

I följande figur schematiseras sambanden mellan objektnivån och modellnivån¹¹⁾ för en normativ modell vid en abstrakt beslutssituation.

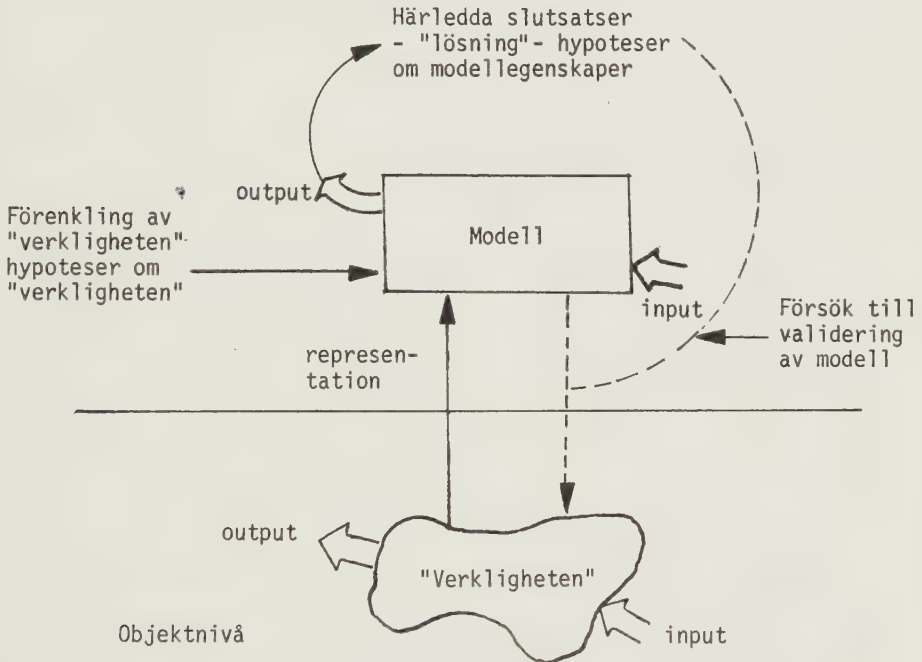
I anslutning till figuren kan följande understrykas:

- a) Input-outputpilarna anger att transformationer eller omvandlingar förutsättes ske i en del av verkligheten som modellen representerar och detta förhållande markeras på motsvarande sätt i modellen.
- b) Representationen från objektnivån till modellnivån medför:
 1. En reduktion av antalet faktorer.
 2. En "skattning" eller förenkling av enskilda faktorerens beroendeförhållanden.
 3. Abstrahering av samband mellan olika i modellen representerade faktorer.

10) Den vetenskapliga modellens huvudsakliga syfte kan anges som förklaring och att tänkbar användning är förutsägelse och styrning. Jfr t ex *Cohen & Cyert*, 1965.

11) Begreppet modellnivå ansluter till *Törnebohm*, 1957, kap. 1. Med objektnivå avses de fenomen som oprecist kan sägas representera "verkliga" eller "reella" system. I anslutning till Törnebohms terminologi kommer begreppet beskrivningsnivå att användas för graden av aggregation på mätningar och abstraktioner av egenskaper i det reella systemet till vilken modellen kan ges empirisk relevans.

- c) Härledning av slutsatser från modellen görs beroende av såväl representation från objektnivån som form för härledningsförfarande.
- d) Från modellnivå till objektnivå sker olika försök till validering såväl i fråga om representation av faktorer och samband som i fråga om slutsatser till "lösning". Denna procedur kan (bör) upprepas i olika prövningsfaser.



Figur 2:1. Samband mellan modellnivå och "verklighet".

En modellösning kan följaktligen beskrivas som en transformation av vissa variabler, vilka löses under vissa begränsningar (givna av antaganden vid representation från objektnivån) och efter ett visst förfaringssätt. Lösningen kan därför definieras som en uppskattning

av konsekvenser under vissa givna förutsättningar. En hypotes är att sambanden mellan formen för modellrepresentation och lösningsförfarande (teknik) gör att en modell bör kunna karakteriseras från dessa två dimensioner.

2.1.2 Förslag till taxonomi över modelltyper

Klassificeringar över olika modeller kan göras utifrån olika beskrivningsdimensioner. I organisationsanknuten litteratur finns exempel på några mer eller mindre utvecklade typologier utvecklade i syfte att identifiera och särskilja olika modeller.

Forrester (1961, kap. 4) och senare *Amstutz* (1967) och *Gordon* (1969, kap. 1) gör en klassificering som i huvudsak utgår från vissa motsatspar av egenskaper, t ex statisk - dynamisk, linjär - icke linjär, stabil - icke stabil, och indelningen utmynnar i ett fåtal modellgrupper karakteriserade i dessa egenskaper. *Forrester* och *Gordon* använder modellklassificeringen som en argumentation för användande av ett visst angreppssätt vid modellering snarare än för att beskriva innebörden av de olika grupperna.

Ansoff (1960) utgår enligt egen terminologi utifrån fyra olika "metoder" för att lösa problem; operationsanalys, kvasianalys¹²⁾, heuristik och simulering, samt beskriver vissa egenskaper hos dessa. I denna klassificering är grupperna inte entydigt definierade utan *Ansoffs* beskrivning uttrycker endast vissa skillnader mellan dessa. Indelningen kan knappast uppfattas som fullständig vare sig i fråga om "metoder" eller i karakteristiken av dessa.

Ackoff (1962 och 1968) gör en kortfattad indelning efter representationsform. *Sisson* (1969) använder en liknande utgångspunkt men kombinerar denna med lösningsförfarande. *Sissons* indelning utmynnar i fyra modelltyper¹³⁾ som analyseras mot tre relativt allmänna kriterier.

12) Se närmare *Ansoff*, "The state of the art in making plans - some comments on the illstructured problem" i *Bibliography on planning*, 1960.

13) *Sissons* karakteristik efter representation och lösningsfält är dock relativt grov och ger vare sig distinkta eller fullständiga grupper.

Nedan gjorda klassindelning utgår från en stegvis indelning i representationsform och härledningsförfarande, medan möjligheter att i modeller representera egenskaper i reella system tas upp i följande avsnitt. Klassindelningen på de olika nivåerna skall vara särskiljbara och täcka de olika slag som kan förekomma.¹⁴⁾

I första steget delas modelltyper upp efter representationsform. Detta kan göras i två nivåer.¹⁵⁾ Först i fysiska och symboliska, sedan i olika delgrupper till dessa. Med en fysisk modell avses en modell, där fysiska egenskaper representeras som avbildningar i bilder eller med andra fysiska objekt. Med en symbolmodell avses en modell där egenskaperna på objektnivån representeras med symboler, t ex ord, siffror, pilar i nästa nivå. I andra nivån kan fysiska modeller delas upp i 1) fysiskanaloga modeller, där en mängd fysiska egenskaper representerar en motsvarande mängd fysiska egenskaper i ett annat system och 2) bildmodeller där vissa egenskaper avbildas visuellt exempelvis med användande av annan skala. Symbolmodeller kan delas upp i 1) verbala modeller, 2) schematiska modeller - som består av pilar, boxar och bokstäver - och 3) matematiska modeller som representeras med bl a matematiska och logiska tecken. De två förra karakteriseras som kvalitativa, dvs implicerar inte användning av skalor, och de senare är kvantitativa och uttrycks i skalenheter.

Två tillägg bör göras i fråga om kriteriet att klasserna skall utesluta varandra: 1) Under olika stadier av modelleringen av ett visst objektområde kan olika representationsformer användas. 2) Vid sammanfattande modeller kan olika representationsformer användas för olika delar. I senare fallet uttrycker dock den "sammanfattande" modellen¹⁶⁾ snarare samband mellan olika partiella modeller än en totalmodell.

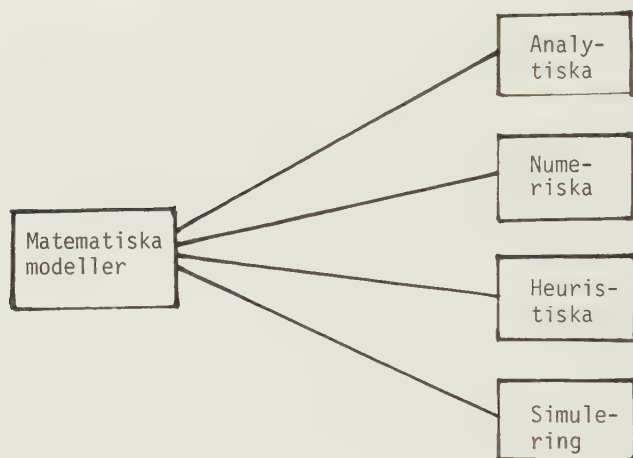
Den klassificeringsgrund, i vilken fortsatt uppdelning sker, blir följaktligen efter lösningsförfarande. I detta avseende begränsas

14) *Bjerke* (1970, s 3:11) anger som a priori-kriterier för en taxonomi: 1) Den bör bygga på tidigare kunskap, 2) den bör anknyta till visst syfte, 3) den bör ge distinkta grupper, 4) grupperna bör täcka samtliga tänkbara fenomen.

15) Jfr *Aronsson-Hägg-Widersheim-Paul*, 1972, s 34-36.

16) Jfr t ex *Ansoff*, 1965.

framställningen till matematiska modeller, till vilken kategori numeriska simuleringsmodeller hänförs.¹⁷⁾ Efter lösningsförfarande görs följande uppdelning:



Figur 2:2. Olika typer av matematiska modeller.

Analytiska modeller kännetecknas av att modellens lösning härleds genom deduktion från modellens postulat. För en matematisk-analytisk modell sker detta genom matematiska och logiska operationer. Lösningen fås i form av relationer mellan modellens parametrar och variabler.

Numeriska modeller kännetecknas av ett stegvis eller iterativt lösningsförfarande, som innebär att värdena på resultatvariablerna successivt löses mot optimum.¹⁸⁾ Vid användande av vissa algoritmer fås en optimal lösning efter ett antal iterationer och ingen förbättring är

17) Skilt från numerisk simulering är analog simulering. Den senare typen innebär förändringar av de studerade fysiska modellerna snarare än de numeriska. Analogen är utformad för att utföra operationerna direkt, medan vid numerisk simulering (processmodellen) "expresses the relationships between the variables in terms of operations such as integration and differentiation". *Sisson & Emshoff* 1970, s 9. Tilläggas kan att analoga simuleringar har använts, i relativt begränsad omfattning vid studier av organisationer. I fortsättningen används simulering synonymt med numerisk simulering.

18) Kan vara lokalt eller globalt (minima eller maxima). "Optima" indikerar numeriska modellers huvudsakliga användning vid organisationsmodeller - den normativa.

möjlig. I andra fall måste vid varje iteration en registrering och jämförelse av resultat göras.¹⁹⁾ Lösningen fås i form av numeriska värden på de sökta variablerna. Begränsningar, parametrar och relationer i algoritmerna måste numeriskt specificeras.

Heuristikmodeller kännetecknas, liksom numeriska modeller, av ett stegvist lösningsförfarande. Till skillnad från numeriska modeller kan inte hävdas att användandet av vissa algoritmer leder till värden som närmar sig globala optima.²⁰⁾ Med termen heuristik avses primärt "att upptäcka". Ett heuristikförfarande innebär att regler konstrueras som följer vissa mönster.²¹⁾ Heuristik kan implicera såväl representation av en tankeprocess som ett lösningsförfarande som reducerar en sökprocess i strävan mot "bättre" resultat.²²⁾

I det senare fallet appliceras ett sekventiellt lösningsförfarande i syfte att successivt erhålla "bättre" värden på resultatvariabler.²³⁾ En matematiskt formulerad heuristikmodell kräver explicita val-

19) En samlingsbeteckning för de senare är "optimum sökande metoder" (se närmare Wilde, 1964). En utmärkande egenskap hos dessa är att fastän successiva iterationer leder mot ett optima nås denna först som en gräns efter ett ändligt antal iterationer. (Jfr Ackoff & Sasieni, 1968, s 96).

20) Hare beskriver heuristik enligt följande: "If some of the alternatives are more relevant to the case than others, rules of thumb or heuristics can be developed for selecting the more desired alternatives, usually with the aid of a decision tree, or sequential series of lists. That is, 'artificial' but relevant constraints are imposed on the problem by the analyst. By extending the development of heuristics to systems that will replace less successful heuristics with more efficient ones. learning systems, or programs can be developed." Van Court Hare, 1967, s 147.

21) I Meier-Newell-Pazer (1969, s 147-159) finns ett antal definitioner och tolkningar angivna. Författarna (Meier-Newell-Pazer) tolkar in dessa i huvudgrupper a) heuristisk problemlösning - innebärande en reduktion av sökning, b) artificiell intelligens - användning av databaserade heuristik, c) simulering av mänskliga tankar.

22) Jfr Van Court Hare, 1967, s 17.

23) Jfr Van Court Hare "System Analysis" i Hertz & Edison, 1964, s 148, "In general no proof of optimality will be available for the heuristic... there may be a finite probability that the heuristic used will select optimum choice."

och sökregler och ger en lösning, där variablerna ställs mot vissa mål.

Simuleringsmodeller kännetecknas av att samtliga modellens parametrar och variabler måste specificeras numeriskt för att en lösning skall kunna erhållas. Lösningen består av numeriska värden på de variabler som genererats av modellen. Termen simulering kan härledas till att modellen uttrycks som ett antal processer som "imiterar" motsvarande processer i det representerade systemet och att modellutsagorna erhålls genom utförandet av processerna på modellnivån. Varje initial förändring av sammansättningen av de för modellen preciserade värdena ger förändrade förutsättningar för processerna och därmed (troligen) nya utsagor. Sådana förändringar betecknas som experiment och motsvarar vid användande av datamaskin en körning.²⁴⁾ Simuleringsmodeller behöver inte formuleras med hänsyn till analytiska eller numeriska lösningsrestriktioner utan kan i princip ha obegränsad komplexitet. Tekniskt kan datamaskinens begränsade kapacitet emellertid lägga restriktioner på simuleringsmodellens storlek, men de reella begränsningarna ligger i möjligheterna att verifiera ett stort antal hypoteser om det studerade systemet.

Simulering kan också uppfattas som en i laboratoriemiljö utförd serie av experiment. Härvid har forskaren fullständig kontroll över de i experimentet ingående variablerna och variabelrelationerna - datamaskinsprogrammet. Hypoteser om systembeteendet kan testas genom manipulation av värden på variabler eller variabelrelationer, varefter programmet (eventuellt) köres på datamaskin. Vid normativ användning söks "bästa" alternativ efter ett experimentförfarande.

Ovanstående indelning och karakteristik uppfyller inte helt kriterierna att klasserna skall vara distinkta och utesluta varandra. För det första är gränserna mellan klasserna inte helt entydiga. Som exempel kan nämnas att teknikerna i vissa välutvecklade heuristikmodeller leder till procedurer som ligger nära numeriska tekniker t ex mate-

24) I princip är användning av datamaskin inte nödvändigt. I realiteten har med undantag av vissa förenklade exempel simulering utförts med hjälp av datamaskin. Flera faktorer har medverkat till detta förhållande: 1) Representation av ett flertal processer, 2) användning av stokastiska fördelningar, 3) representation över ett antal tidsperioder och/eller händelser, 4) olika experiment på modellen.

matisk programmering.²⁵⁾ För det andra kan i vissa fall olika lösningsformer användas som komplement. Så kan t ex analytiska modeller ingå som delar i en simuleringsmodell, olika heuristiks användas vid planering av experiment på en simuleringsmodell och inom en lösningsmängd som beräknats genom ett numeriskt lösningsförfarande kan olika experiment av simuleringskaraktär utföras. Att olika lösningsförfaranden används kan dels förklaras genom att olika stadier (och olika delmodeller) i en modellering kan erfordra olika lösningsformer för uttestning och dels ses mot bakgrunden av att man vid modelleringen vill ange modelllösningar inom en viss mängd förutsättningar. Alternativt kan man utnyttja olika härledningsförfaranden i syfte att nå bättre underlag för beslut och/eller förklaring.

Från den karakteristik som gjorts kan vi dra slutsatsen att hypotesen från föregående delavsnitt, med att de samband som råder mellan representation och lösningsförfarande gör det möjligt att klassificera modeller efter dessa två dimensioner, verifierats. Inom den matematiska modellklassen²⁶⁾ fann vi att varje klass av lösningsförfaranden förutsatte en viss struktur i modellrepresentationer²⁷⁾ för att en lösning skulle kunna härledas. Så erfordras t ex vid en analytisk modell en viss struktur för att en härledning skall vara möjlig. Vid en numerisk modell erfordras att vissa förutsättningar om variabelrelationer och begränsningar och målfunktion skall vara uppfyllda för att en lösning skall vara möjlig. Vid en heuristikmodell erfordras

25) Se vidare *Newell* som exemplifierar: "Another is the so-called branch-bound technique, that seem equally akin to mathematical and heuristic programming. Again, dynamic programming when applied to tasks with little mathematical structure, leads to procedures which seem not to differ from some of the methods in heuristic programming for example, the minimax search techniques for playing games such as chess and checkers." (Newell, "Heuristic programming: Ill-structured problems" i Aronofsky, 1969, s 392).

26) Det bör observeras att till matematiska modeller även hör modeller representerade i mängdteoretiskt språk, matrisuppställningar etc.

27) Flödesplaner över hur olika förutsättningar kan/bör påverka lösningsförfarande vid beslutsmodeller finner vi hos *Mulligan* (1970, "Basic optimization techniques - a brief survey" i Moore & Hodges, s 25) och *Sisson* (1970, s 4). Den förras analyschema tas som utgångspunkt för analys av val i *Andersson & Bjerke* (1971 och 1973).

vissa explicita regler för val och/eller sökande och vid simuleringsmodeller erfordras en numerisk specifikation av samtliga modellens initialvärden och att sambanden oftast beskrivs som processer.

Då valet av lösningsförfarande medför olika krav på - och utseende av - modellstrukturer innebär detta att även andra led i modelleringen påverkas. Punktvis kan beroendeförhållandena mellan de olika leden sammanfattas:

- a) Val av härledningsförfarande påverkar *modellformuleringen* i den meningen att olika härledningsförfaranden medför olika möjligheter att i modellen (eller modellerna) innefatta egenskaper typ dynamik etc, om samtidigt kravet på lösbarhet skall kunna uppfyllas.
- b) *Strukturerings av samband* blir för de olika modellkategorierna olika. I analytiska förutsättes en härledning efter vissa regler, i numeriska måste vissa förutsättningar vara uppfyllda för de olika algoritmerna, i heuristik formuleras sökregler, i simuleringsmodeller formuleras sambanden som processer.
- c) Kraven på *numerisk specifikation* är, som framgår av tidigare karakteristik, olika för olika kategorier.
- d) *Härledningar eller lösningar* är relaterade till den eller de modellstrukturer som utvecklats. Manipulerbarheten i modellstruktur och möjlighet att testa olika hypoteser med lösningar varierar självfallet efter de regler som ett visst härledningsförfarande medför.
- e) *Tolkning och validering* av en modell görs beroende av modellhypoteser och de lösningar som härletts. Så kan t ex de i allmänhet generellare och med färre hypoteser formulerade analytiska modellerna antagas ställas under en annan gransknings- och valideringsprocedur än de mer specifika och variabelrikare simuleringsmodellerna, där lösningar i allmänhet uttrycks som värden på ett antal variabler vid vissa tidsintervall.

Den slutliga härledningen från en matematiskt formulerad modell medför alltså en kedja av olika problemställningar, där olika val tvingas göras.

En distinktion bör följaktligen göras mellan de härledningsregler som utnyttjas i lösningsfasen och den kedja av ställningstaganden som görs för att nå fram till och tolka lösningen.

Den förra - användning av regler för härledning - innebär användning av teknik(er)²⁸⁾, de senare - värdering och val mellan olika tekniker - innebär metod(er)²⁸⁾ för val av olika tekniker under modelleringsförloppet. Det faktum att det övergripande valet av modelltyp kommer att innebära skillnader såväl i fråga om metodproblem som i behandlingen av dessa gör att de olika modelleringsprocesserna kan karakteriseras som alternativa eller komplementära angreppssätt, som sträcker sig från det att val av modelltyp gjorts till det att lösningen tolkats.

Sammanfattningsvis har detta delavsnitt dels utmynnat i en klassificering av modeller efter beskrivningsdimensionerna representationsform och härledningsförfarande, dels har klassificeringen utnyttjats i en översiktlig analys av steg i modellering. Vissa centrala begrepp har införts.

Angreppssätt = modelleringsprocess från det att val av modelltyp gjorts till tolkning av lösning.

Metodfunktion = lösning av de metodologiska problem som uppkommer från det att en modelltyp valts till tolkning har gjorts.

Metodproblem = problem vid val mellan olika tekniker.

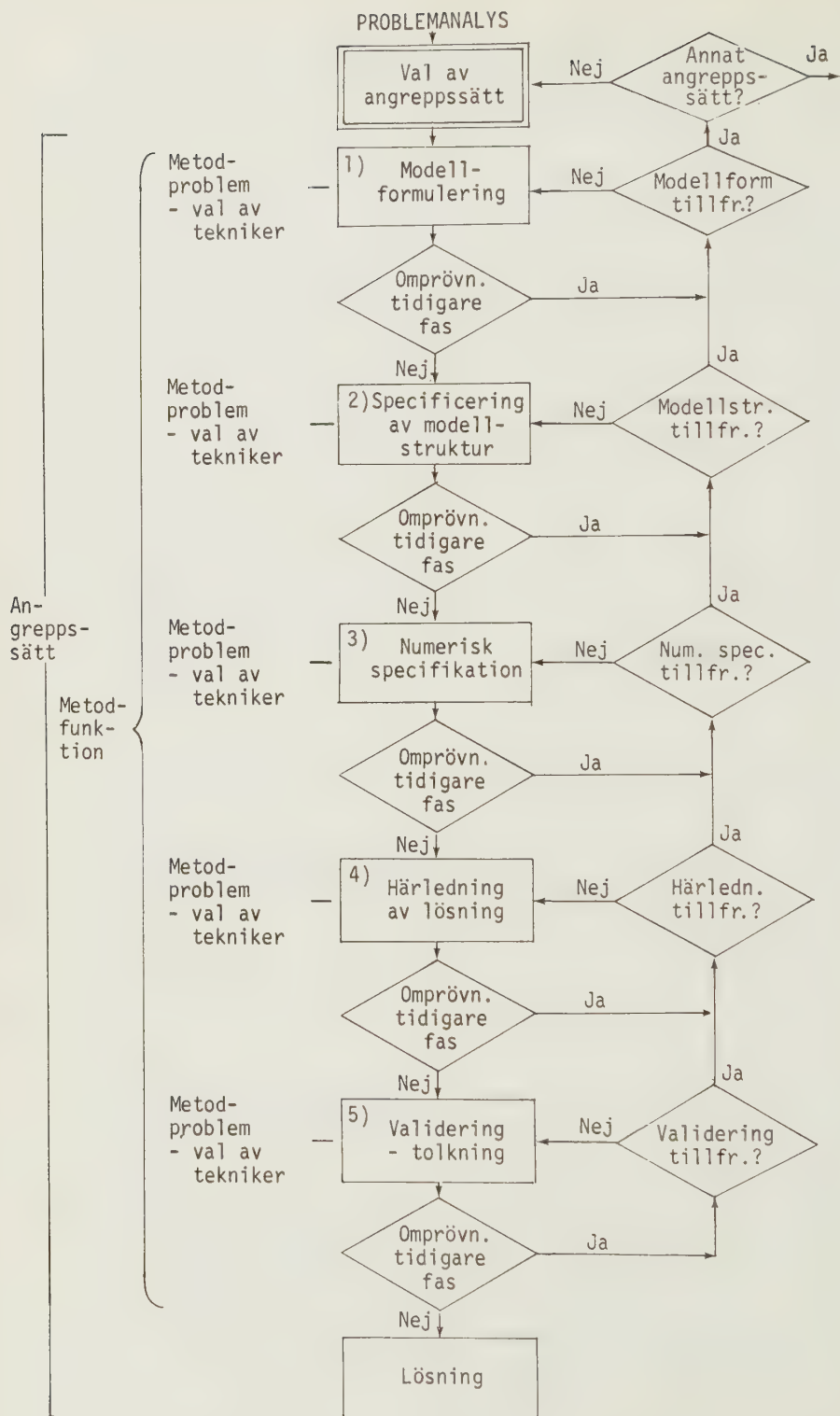
Metod = det sätt på vilken teknik väljs.

Teknik = sättet på vilket ett specifikt syfte uppnås.

I anslutning till ett flödesschema på nästa sida relateras dessa begrepp till en schematisering över olika faser i ett modellangreppssätt, där olika återkopplingar förutsättes.

En konklusion i anslutning till dessa definitioner är att valet av angreppssätt kan definieras som ett övergripande metodproblem, som innebär en totalvärdering av hur väl metoder och tekniker för resp angreppssätt är utvecklade i relation till de syften som ställs vid modellering av ett visst objekt.

28) Jfr Ackoff, 1962, s 5-6.



Figur 2:3. Flödesscema över faser i ett modellangreppssätt med återkopplingar

2.1.3 Systemets egenskaper - konsekvenser vid modellrepresentation

I detta delavsnitt centreras intresset på de allmänna egenskaper i ekonomiska system som kan ange olika krav eller kriterier vid modellrepresentation. Det är här väsentligt att understryka att några allmänna kriterier på vilka egenskaper som skall medtagas vid modellering av systemet inte finns, utan snarare att det finns systemegenskaper, vilkas behandling bör anges såväl vid analys av det modellerade systemet som vid modellformulering och vid tolkningen av modellerna.

Framställningen nedan begränsas²⁹⁾ till några forskares arbeten, *Samuelson* (1948), *Beer* (1966 och 1972) och *Forrester* (1961 och 1968). I stark sammanfattning redogörs först för deras synpunkter om egenskaper i ekonomiska system, därefter för de krav de ställer på motsvarande modeller och med utgångspunkt från detta dras slutsatser om några centrala systemegenskaper i relation till konsekvenser vid modellering.

Samuelson analyserar i första hand ekonomiska systems dynamiska³⁰⁾ egenskaper och finner att ekonomiska system är utsatta för olika slags påverkan, dels sådana som kan karakteriseras som ekonomisk-kausala, dvs givet en viss beskrivning kan framtida beteenden beräknas, dels sådana exogena icke-ekonomiska störningar som påverkar förutsättningarna för beräkning av de förra. Detta innebär att ekonomiska system endast på kort sikt, och då approximativt, kan ses som statiska och stationära, varmed avses att inga förändringar inträffar och att tidselementen ej tas hänsyn till. Enligt *Samuelson* bör de flesta ekonomiska system ses som beroende av såväl starttillstånd som av exogena icke-ekonomiska händelser samt att händelser kan inträffa stokastiskt.

29) I denna framställning är intresset fokuserat kring de strukturella egenskaperna i ekonomiska system. De refererade forskarna har samtliga analyserat dessa. Av utrymmesskäl refereras här inte andra forskare som på olika sätt i analyser behandlat problem av denna eller närstående karaktär t ex *Ackoff*, *Churchman*, *Bellman*, *Van Court Hare* och *Johnsen*.

30) *Samuelson* definierar ett dynamiskt system enligt följande: "A system is dynamical if its behavior over time is determined by functional operations in which 'variables at different points of time' are involved in an 'essential' way." *Samuelson*, 1948, s 314.

Beer drar paralleller mellan organiska och ekonomiska system och bl a konstaterar han följande karakteristika hos företag och liknande sociala system:

- 1) En stor komplexitet, som erfordras för livskraft.
- 2) En svarsmekanism för icke anticiperade händelser.
- 3) En lärmekanism som närmar sig ett optima för tillräckligt ofta upprepade erfarenhet.
- 4) En växt- och anpassningsmekanism för förändrad yttre miljö.

Forrester anser att ekonomiska system uppvisar kombinationer av följande egenskaper:

- 1) Dynamik, dvs ekonomiska system visar tidsvarierande interaktion.
- 2a) Linjäritet, dvs externa effekter kan adderas linjärt i systemet eller
- 2b) Icke-linjäritet, dvs externa effekter kan icke adderas linjärt i systemet.
- 3a) Stabilitet, dvs vid förändringar i systemet återvänder det till ett ursprungligt jämviktsläge eller
- 3b) Instabilitet, dvs vid förändringar i systemet leder detta till tillväxt eller oskillationer, vilka båda kan begränsas av icke-linjär påverkan.
- 4a) Upprepbarhet, dvs systemets beteende återupprepar sig från en tidsperiod till en annan eller
- 4b) Föränderlighet, dvs om karaktären i beteendet ändras med tiden.

Den vanligaste kombinationen av egenskaper anser Forrester vara 1, 2b, 3b, 4b, dvs dynamiskt, icke-linjärt, instabilt och föränderligt.

Den av ovannämnda forskare som ställer de mest specificerade kraven på modell är Forrester. För det första anser han att isolerade komponenter av ett information-feedback system av ett större system ej meningsfullt kan brytas ut, utan att modellerna måste representera sammanhängande besluts- och kontrollsystem. För det andra anser han att modellerna måste formuleras så att de tidigare beskrivna systemegenskaperna representeras i modellen. Forrester argumenterar för att modeller skall bedömas efter sin förmåga att beskriva systemets karakteristika i dess helhet, ej efter dess förmåga att förutsäga specifika händelser i framtiden. Forrester ställer emellertid icke kravet att alla modellvariabler nödvändigtvis måste exakt överensstämma med det reella systemets. Detta motiverar han enligt följande:

"Much of the value of the mathematical model comes from its precision and not from its accuracy. The act of constructing a mathematical model enforces precision. ... Constructing a mathematical model implies nothing on the one way or the other about the accuracy of what is being precisely stated. ... If the only useful and acceptable model is one that fully explains the real system and predicts its specific condition, then precision is not sufficient; it must also be accurate. If, on the other hand, our objective is to enhance understanding and to clarify our thinking about the system, a model can be useful if it represents only what we believe to be the nature of the system under study. Such a model will impart precision to our thinking"³¹⁾

Enligt Forrester kan alltså en modell utgöra en approximation av ett system. Med utgångspunkt från denna modell är det enligt Forrester möjligt att studera betydelsen av de olika antagandena. Om något modellantagande är speciellt kritiskt för systemets beteende i sin helhet, måste starkare krav ställas på riktigheten (accuracy) av dessa antaganden. Därigenom kan ett annat av Forresters modellkrav uppfyllas, nämligen att en modell skall kunna användas för att studera hur förändringar i beslutspolitik och struktur påverkar modellen.

Beer ställer liksom Forrester krav på att det studerade systemet i abstraktionen ej får delas upp i icke-sammanhängande delar, då förutsättningarna för modelleringen då utgår från felaktiga förutsättningar. Vidare ställer Beer mycket hårda krav på att systemkomplexiteten bevaras i modellen:

"Cybernetics have demonstrated that they (economic, social and industrial worlds) have these properties only if they have high complexity; they must exist beyond a certain 'complexity barrier' to be viable. Therefore to insist on treating them through concepts, models and controls that are deliberately of low complexity is to rob these systems of their viability. ... These three attributes of a viable system (its innate complexity, its complexity of interaction with the environment, and its complexity of internal connectivity) turn out to be so important that to override them and to treat the system through a simplified, isolated or incomplete model, places a definite and measurable limit on the knowledge of that system that can be obtained. ... For these reasons, it has been said, real-life situations cannot be treated as if they were deterministic. ... Uncertainty must be accepted; it is there; it is ineluctable."³²⁾

31) Forrester, 1961, s 57.

32) Beer, 1966, s 256-261.

Beer anser att modeller måste uppfylla de krav som kan ställas på cybernetiska system, varigenom feedback-mekanismer får central betydelse. Modellerna får härigenom en sådan komplexitet att de ej kan lösas matematiskt:

"The equipment needed to speak the manager's metalanguage is precisely a logical engine - the electronic computer. Without it, the task of discussing the information in the feedback loops metalinguistically is too great for the human brain to encompass in numerical terms. ... The computer then is a machine to be used as an absorber of raw-data and a distributor of judgement." 33)

Samuelson understryker, vid en analys av modellförutsägelser vid förändringar av jämviktslägen, att svårigheterna att behandla bl a icke-linjära samband medför att tolkningen av dessa modeller snarast bör innefatta riktningsförändring och ej absoluta värden vid specifika tidpunkter. 34)

Som underströks i inledningen måste varje modell ses i relation till de egenskaper i systemet som det avser att representera. De slutsatser som kan dragas av ovan gjorda genomgång anger i stort snarare tänkbara felaktigheter vid modellering än entydiga kriterier.

- 1) Det representerade systemet kan inte utan en analys av beroendeförhållanden brytas ut som ett isolerat segment av ett större system, då en avgränsning av systemet isolerat från miljön kan ge en orealistisk bild av det studerade systemet. Vid normativa modeller kan detta leda till olika suboptimeringar.
- 2) En stark abstrahering av systemegenskaperna vid representation i modellform kan innebära: a) Att modellen ej längre utgör en realistisk representation av det studerade systemet och följaktligen löses under felaktiga förutsättningar, b) att modellen löses för uppnåendet av specifika målsättningar, medan lösningen i sig innebär konsekvenser som icke representeras i modellen.

33) Beer, 1966, s 444.

34) Som framgick av dateringen för Samuelson (1948) är denna kommentar given då lösningsförutsättningarna var annorlunda. Det Samuelsons kommentar pekar på är den tidigare beskrivna risken av att dra alltför långtgående slutsatser på basis av en bristfällig modellrepresentation.

- 3) Ekonomiska system är dynamiska till sin karaktär. Detta innebär att en statisk modellformulering kan ge en missvisande representation, framför allt då det gäller förlopp som kan antas pågå över längre tidsperioder.
- 4) Ekonomiska system utsätts för olika slags störningar. Detta innebär att en modell avsedd att representera dynamiska förlopp bör testas mot a) olika antaganden om omgivningsfaktorer, b) olika icke-deterministiska förutsättningar, c) olika antaganden om strukturparametrar.

2.1.4 Modeller som planeringsinstrument

Ackoff (1962, s 111) formulerar en beslutsmodell enligt följande:

$$V = f(X_i, Y_j)$$

V = the measure of the value of the decision that is made (i.e. the action taken)

X_i = the variables which are subject to control by the decision; the decision variables define the alternative courses of action

Y_j = the factors (variable or constant) which affect performance but which are not subject to control by the decision maker within the scope of the problem as defined; these we shall call the "parameters".

f = the functional relationship between the independent variables and constants, X_i and Y_j and the dependent variable V .

1. Det optimala alternativet fås när modellens målfunktion maximeras med hänsyn till de kontrollerbara variablerna, varvid enligt förutsättning för problemmodeller åtminstone en inputvariabel är kontrollerbar och V representerar ett index för värdet av alternativa val. Emellertid torde endast vid relativt välstrukturerade problem ett index kunna konstrueras, som entydigt avspeglar beslutsfattarens målsättningar.³⁵⁾
2. Vid komplexa problem torde det vara rimligt att antaga att beslutsfattaren strävar efter att satisfiera flera mål med olika måtenheter.

35) Jfr *Johnsen*, (1968, s 438)

Följaktligen krävs ofta mätningar av flera resultatvariabler. För planeringssituationen k med l målvariabler blir ekvationen följande:

$$V_{kl} = f_{kl} (X_{ik}, Y_{jk})$$

Redan hänsynstagandet av flera mätvariabler komplicerar härledningen av beslutsmodellen.

3. Mer komplicerat blir fallet vid sådana planeringssituationer, då ett antal beslutsproblem skall koordineras mot överliggande målsättningar. I sådana fall kan ytterligare en funktion erfordras som översätter de lokala beslutens resultatvariabler. Om de överliggande målen benämns G med m resultatvariabler kan vi formulera följande ekvationer:

$$G_m = g (V_{kl})$$

$$V_{kl} = f_{kl} (X_{ik}, Y_{jk})$$

eller

$$G_m = g (f_{kl} (X_{ik}, Y_{jk}))$$

För de olika målen krävs vidare att dessa skall uppfyllas på olika sätt, t ex uppnå, understiga, befinna sig mellan eller utanför vissa gränser.³⁶⁾

4. En annan egenskap vid planering är att denna oftast antages sträcka sig över flera tidsperioder. Detta innebär att man vill mäta resultaten över en sekvens av tidpunkter antingen i syfte

(1) att söka maximera närmast följande tidsperiods resultat med hänsyn till därefter kommande eller

(2) söka till de efter förutsättningarna önskade resultaten för de olika perioderna.

(1) $G_m = g_t (f_{klt} (X_{ikt}, Y_{jkt}))$

(2) $G_{mt} = g_t (f_{klt} (X_{ikt}, Y_{jkt}))$

36) Se närmare *Johnsen* (1968, s 472). Detta kan också uttryckas som om vissa resultatvariabler bildar restriktioner som måste uppfyllas för att lösningen skall vara accepterbar.

Om vi granskar ovan formulerade modeller finner vi att härledningen av lösningarna i väsentliga avseenden är olikartad.

- (1) I *Ackoffs* modell förutsätts att olika önskemål kan sammanfattas i ett gemensamt index eller en skala som uttrycker graden av måluppfyllelse. Mot detta sökes det alternativ som ger högst måluppfyllelse. Modellen kan följaktligen karakteriseras som *optimeringsmodell*.
- (2) I den andra modellen som uttrycktes som vektor av resultatvariabler impliceras ett *satisfieringsförfarande*, för såvitt inte en variabel urskiljs som målvariabel och de andra uttrycks som begränsningar. I detta fall kan en *optimering av denna* göras under bivillkor.
- (3) I en planeringssituation där flera olika beslutsproblem skall koordineras tillkommer, förutom ovan relaterade problem, svårigheter att utvärdera lokala beslutskriterier mot för planeringssituationen globala kriterier. Förhållandet schematiseras i modellen genom en funktion som relaterar lokala mått till globala. Måltransformationen kan ta sig uttryck i olika iterationer för avstämning mellan mål på eventuellt olika beskrivningsnivåer.

Den situation, som ovanstående modell indikerar, kan alltså innefatta såväl en aggregering av mätvariabler från lokala beslutsituationer till sammansatta beslutssituationer som en dekomponering av variabler från de senare och implicerar ett *satisfieringsförfarande*.
- (4) Den dynamiska modellen kan karakteriseras som en sekvens av den statiska. I detta fall impliceras att en serie av planer kommer att utföras och att information av tidigare utfall utgör en delmängd av precedentinformation vid då aktuell planeringstidpunkt. Planeringsmodellen kan antingen utformas så att bästa resultat för första perioden sökes med hänsyn till antagna utfall från senare perioder (ex *Bellman*, 1961, s 57) eller att modellutfallen registreras med angivna tidsintervall och att den sekvens resultatfaktorer som "bäst" anses uppfylla ställda kriterier väljes. Beroende på övriga förutsättningar kan modellen hänföras som en *optimerings-* eller *satisfieringsmodell*.

Så långt har den förda analysen skett med utgångspunkt från att det för en viss situation existerar såväl kontrollerbara som okontrollerbara variabler, varvid de förra anger påverkningsmöjligheter och de senare begränsningar. Definitionen av dessa är beroende av åtminstone tre bakomliggande faktorer:

- 1) Till vilken *systemnivå* modellen anges. Dvs var gränserna för det representerade systemet sluts och vilken beskrivningsnivå som väljs för det representerade systemet.
- 2) Vilken *tidsperiod* som beaktas vid modellformuleringen. Dvs antaganden om struktur över tiden och förändring i miljö.
- 3) Vilka *egenskaper* eller *funktioner* som modellen avser att representera.

Avseende dessa bakomliggande faktorer kan skiljas mellan a) *endogena* eller av modellen påverkade variabler och b) *exogena* eller av modellen icke påverkade variabler. De senare kan vidare delas upp i a) exogena variabler som påverkar modellen men själva är opåverkade av denna och b) till modellen icke relaterade variabler.

Variablerna vid en modellformulering kan alltså beskrivas dels utifrån kontrollerbarhet och dels utifrån modellpåverkan. Vid en planeringssituation i en organisation, där modellen är avsedd att påverka styrningen av systemet och där systemet (jfr 2.1.3) är a) öppet med relationer med omgivningen, b) kännetecknat av komplexitet, c) dynamiskt och d) utsatt för störningar, borde en modellformulering kunna ses i relation till följande interrelaterade begrepp: ³⁷⁾

- a) *Trovärdighet* ("creditability")- När en modell skall användas för att utvärdera beteendet i ett system med ovan angivna egenskaper kan några absoluta kriterier på representativitet oftast inte ställas, utan modellen (och dess utsagor) ställs i relation till den kunskap som finnes vid en given tidpunkt.
- b) *Testbarhet* - Då modellen är avsedd att representera ett begränsat antal egenskaper i systemet är det önskvärt att olika hypoteses-

37) Begreppen är delvis hämtade från *Danielsson & Törnebohm*, 1968. spec. s 14-19.

ter kan utföras om alternativa modellförutsättningar och att utsagorna tolkas mot de kunskaper man har om det reella systemet ("creditability testing").

- c) *Meliorism* – Planeringsmodeller formuleras för att förbättra styrningen av ett system och kan liknas vid en process, där ett aktivt sökande äger rum för att få möjligheter att påverka styrningen mot vissa önskade tillstånd. Modellens användbarhet kan alltså tolkas i relation till alternativa möjligheter att styra beteendet i systemet.

Sammanfattningsvis har i detta delavsnitt pekats på några mer generella karakteristika vid planeringsmodeller och angetts bakomliggande faktorer vid formulering av modeller. En modell kan beskrivas dels utifrån mätningar av resultatvariabler och dels efter en karakteristik av modellelement som kan klassificeras utifrån två dimensioner, 1) kontrollerbara - okontrollerbara och 2) endogena - exogena. Som bakomliggande faktorer angavs modellens representation av a) systemnivå, b) tidsperiod, c) egenskaper. En modellformulering för planering angavs kunna relateras till följande begrepp: a) trovärdighet, b) testbarhet och c) meliorism.

En slutsats så långt är att en analys av angreppssätt vid planering icke kan göras utan en uppdelning av planeringssituationer till vilka modellangreppssätt kan relateras. De här använda begreppen utgör härvid en möjlig ram för analys.

2.1.5 Sammanfattning - modeller relaterat till systemkarakteristika och lösningsformer

Detta avsnitt, som behandlat olika beskrivningsdimensioner av modeller utgick ifrån olika samband som bör existera mellan objekt och modell.

I det därpå följande avsnittet gjordes en indelning av modeller med utgångspunkt från representations- och härledningssätt. I anslutning till denna definierades följande begrepp:

Angreppssätt = modelleringsprocess från det val av modelltyp gjorts till tolkning av lösning.

Metodfunktion = lösning av de metodologiska problem som uppkommer från val av modelltyp till tolkning av lösning.

Metodproblem = problem vid val mellan olika tekniker.

Metod = det sätt på vilket teknik väljs.

Teknik = sättet på vilket ett specifikt syfte uppnås.

Från ett antal forskares arbeten drogs följande slutsatser om objekt-egenskaper hos ekonomiska system, vilka efter situationen ev. också kan ses som kriterier för representation i motsvarande modeller:

- a) Beroendeförhållanden med omgivning.
- b) Komplexa relationer mellan komponenter.
- c) Dynamiskt beteende.
- d) Utsatta för störningar.

För modeller som är avsedda att användas vid planering konstaterades:

- a) Att en modell kan karakteriseras dels efter mätningar av resultatvariabler, dels efter en karakteristik av modellelement. Dessa senare kan klassificeras efter två dimensioner 1) kontrollerbara - okontrollerbara och 2) endogena - exogena.
- b) Som bakomliggande faktorer vid modellrepresentation angavs 1) systemnivå, 2) tidsperiod, 3) egenskaper.
- c) Vid en modell som i huvudsak kommer att användas normativt, dvs som vägledning för beslut, kan några absoluta kriterier för dessa endast i undantagsfall formuleras och modellen får bedömas i relation till olika relativa egenskaper, 1) trovärdighet, 2) testbarhet och 3) förbättringsförmåga (meliorism).

Ovanstående anger ramar för den fortsatta analysen:

- 1) Om modelleringsprocessen.
- 2) Om egenskaper hos de system som avses att representeras.
- 3) Om karakteristika för modellformuleringar vid planeringssituationer.

2.2 SIMULERING SOM ANGREPPSSÄTT VID MODELLREPRESENTATION I ORGANISATIONER

2.2.1 Begreppsanalys och principiella användningsområden

I avsnitt 2.1.2 gjordes en modellklassificering utifrån representationsform och härledningsförfarande. Från denna klassificering urskiljdes symbolisk simulering som ett angreppssätt som innebar en matematisk modellrepresentation och med ett lösningsförfarande som karakteriserades av experiment på modellen. Detta anger förutsättningarna för en närmare begreppsanalys.

Simuleringsbegreppet har definierats på ett otal olika sätt.³⁸⁾ I vissa fall har en särskild egenskap tagits som grund för definitionen, i andra har simuleringsbegreppet getts en relativt vid innebörd.

Olika förklaringar har lämnats till denna oklarhet i fråga om begreppet. En sådan förklaring lyder:

"Simulation is a burgeoning technology which is proving useful in practically all disciplines. As such, the terminology is in a state of flux. Some terms have been adopted from various disciplines with their meaning unchanged. In other cases, terms have been used in contexts in which the original meaning is not quite appropriate, and they have been redefined."³⁹⁾

I den begreppsanalys som följer nedan har vi sökt att föra analysen på olika generalitetsnivåer och utnyttja begreppen i en analys av olika användningsområden.

I de mest generella definitionerna ges begreppet simulering en ytterligt vid mening.

"To simulate in general usage means simply to represent artificially. ⁴⁰⁾

38) Simuleringsbegreppet har bl a analyserats av Hägg, 1966, s 16 ff och Naylor *et.al.*, 1966, kap. 1.

39) McLeod, "System Simulation" i Behavioral Science, 1974, January, s 58.

40) Carter & Huzan, 1973, s 13.

"Simulation is the art of representing some aspect of the real world by numbers or symbols which may be easily manipulated to facilitate their study." 41)

I andra definitioner har gjorts tillägg om att simuleringsmodellen ska stå i viss korrespondens med det studerade systemet. Så beskriver t ex *Chorafas* 42) simulering som en "working analogy" och *Churchman* preciserar krav på korrespondens mellan modell och simulerat objekt.

"To recapitulate, we have argued that 'X simulates Y' is true only if X is a formalized system with approximate (non-error-free) rules, X enables one to predict Y within certain limits, and Y describes reality. ... Hence, 'X simulates Y' is true if and only if a) X and Y are formal systems, b) X is taken to be the real system, c) X is taken to be an approximation to the real system, and d) the rules of validity in X are non-error-free." 43)

I den mer generella betydelsen avser således begreppet:

1. Simulering är ett sätt att representera ett system.

Till detta kan läggas att representationen görs utifrån vissa syften och under vissa antaganden om korrespondens mellan modell och objektet. Vidare att begreppet system är använt i dess mest generella betydelse.

Inskränker vi oss till de *matematiskt* formulerade simuleringsmodellerna (jfr 2.1.2) kommer simulering att kännetecknas av följande egenskaper:

2. Vid en matematiskt formulerad simuleringsmodell måste de ingående variablerna och parametrarna specificeras numeriskt.
3. Utsagorna från en simuleringsmodell utgöres av de numeriska värdena för de av modellen genererade variablerna.

41) *McLeod*, "Simulation is what" i *Simulation* 1963, nr 1.

42) *Chorafas*, 1965, s 13.

43) *Churchman*, "An analysis of the concept of simulation" i *Balderston & Hoggatt*, 1963, s 12.

Ovanstående satser anger således vissa förutsättningar för representationen i modellen, men beskriver inte modellernas uppbyggnad. *Junker*⁴⁴⁾ har gjort en beskrivning av en simuleringsmodells struktur som kortfattat kan karakteriseras enligt följande. Modellen förutsätts byggas upp kring ett antal processer och till dessa processer finns kopplat a) registerfunktioner för uppdatering, b) villkor för processerna och c) olika regler som väljer mellan olika sätt att styra processerna. En simuleringsmodell fungerar alltså i princip som en processmodell, som kan beskrivas på olika sätt: a) Med utgångspunkt från en klassificering av variabler, parametrar och relationer,⁴⁵⁾ b) med utgångspunkt från beskrivningar av flöden och processer⁴⁶⁾ och c) med utgångspunkt från en matematisk-symbolisk beskrivning av uppbyggnaden.⁴⁷⁾

Vi kan alltså sammanfatta beskrivningen av simuleringsmodellernas struktur:

- 4) Simuleringsmodellernas struktur är uppbyggd för att transformera olika input via olika processmekanismer - vi kan karakterisera modellstrukturen i termer av process-flödesstruktur.

Avseende modelllösningen synes två faktorer vara väsentliga: Dels att processerna genomlöpes ett visst antal gånger och dels att olika alternativ utvärderas genom experiment på modellen. Följande två citat uttrycker detta:

"Thus, simulation may be said to be the use of a model to represent over time essential characteristics of a system or process under study."⁴⁸⁾

"Simulering är en experimentell metod. Den skiljer sig från vissa andra experimentsituationer, genom att den förutsätter en dynamisk modell, dvs tidsfaktorns inkludering som en obli-gatorisk variabel."⁴⁹⁾

Båda lösningsegenskaperna kan användas restriktivt. Intresset kan vara att utvärdera *ett* alternativ respektive att studera utfallen av

44) *Junker*, 1970, s IX:8.

45) Jfr t ex *Naylor*, 1966, och *Mize-Cox*, 1968.

46) Jfr t ex *Forrester*, 1968

47) Jfr t ex *Nordén*, 1972.

48) *Meier et al*, 1969, s 2.

49) *Sjöberg*, 1965, s 23.

processer utan återkopplingar med tidigare utfall.⁵⁰⁾

Beträffande härledningen gäller alltså:

- 5) Utfallen av olika modellalternativ studeras genom experiment på modellen.
- 6) Vid simulering upprepas oftast de olika processerna ett antal gånger. Antalet upprepningar relateras oftast till en tidsfaktor.

Det är vidare möjligt att en simuleringsmodell kan innefatta en eller flera av följande egenskaper:

- 7) Stokasticitet - genom en eller flera stokastiska fördelningar.
- 8) Komplexitet - genom att modellen innehåller ett stort antal element och relationer.
- 9) Flera målvariabler - genom att modellösningar registreras i ett antal olika variabler.

Ingen av de tre sistnämnda egenskaperna är vare sig nödvändiga eller tillräckliga villkor för simulering,⁵¹⁾ utan uttrycker modellabstraktioner i förhållande till de modellerade objekten och modellens syfte.

Två huvudtyper av numerisk simulering kan urskiljas:

- a) "*Man - machine simulation*", dvs simulering där både människor och datamaskiner ingår, ex. vid laboratorieexperiment och "*gaming*", som bl a omfattar företagsspel.
- b) "*Machine simulation*", dvs simulering där modeller har form av ett flödesschema och/eller ett datamaskinprogram.

50) Gavatin använder begreppet budgetsimulering enligt följande: "Experiment med en datormodell, vilken som utdata levererar budget plus eventuell annan information." Gavatin ställer inga krav på att modellen ska vara dynamisk utan betonar möjligheterna att testa olika alternativ. Gavatin, "Budgetsimulering - ett instrument för förbättrad planering", 1973.

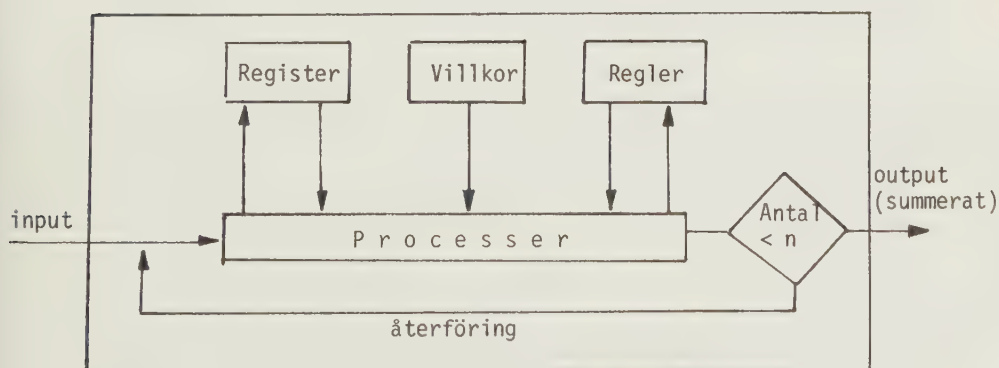
51) Olerup & Ramén har i en uppsats (Lund, 1972) i anslutning till simuleringsbegreppet klargjort skillnaderna mellan simulering och "model sampling". Enligt deras terminologi görs skillnaden mellan begreppen beroende av om processerna upprepas.

Ackoff⁵²⁾ har, vid användandet av ett relativt vitt simuleringsbegrepp, angett fyra *huvudanvändningsområden* för simulering.

1. När information över systemets olika karakteristika kan abstraheras och relationer mellan modellelement kan specificeras kan simulering användas för att generera systemets terminalbeteende (eller systemresultat).
2. När terminalbeteendet (eller systemets resultat) är känt kan simulering användas för att representera och generera mellanliggande processer.
3. Simulering kan användas för att bestämma parametrar eller funktioner (ev. stokastiska).
4. Simulering kan användas för att behandla händelser, som inte kan formuleras i en modell utan förutsätter interaktion av mänskliga beslutsfattare. Under denna punkt faller "man-machine simulation".

De olika användningsområdena enligt Ackoff kan schematiseras i enlighet med tidigare givna karakteristik.

För områdena 1) och 2) kan detta illustreras med utnyttjande av den tidigare beskrivna schematiseringen av *Junker*:⁵³⁾



Figur 2:4. Simuleringsmodellers struktur.

52) Ackoff, 1962, s 348.

53) En till sin struktur motsvarande modell redovisas av *Junker*, 1970, VI:2. Några förändringar har gjorts gentemot Junkers modell:
1) Efter processerna har en antalsmarkering lagts in för att illustrera om återföring sker eller output summeras. 2) En dubbelriktad relation har markerats från processer mot regler.

Från ett numeriskt specificerat input genomlöpes ett antal processer ett visst antal gånger. Om antalet underskrider det förutbestämda upprepas genomlöpningen och där värden från tidigare process bildar ingångsvärden för senare. Efter det förutbestämda antalet gånger avbryts simuleringen och numeriska värden på outputvariabler avges (ev kan periodvärden för modellen registreras). En förändring av inputvärde, registreringsrelationer, villkor eller regler benämns ett experiment.

Om det huvudsakliga syftet är att bestämma terminalresultatet av ett antal processer sägs *syntessyftet*⁵⁴⁾ vara dominerande. Om däremot terminalvärdena i de reella systemen är kända medan huvudintresset ligger vid att representera processer i modellen, vars resultat jämföres med de (ev. empiriskt) kända slutvärdena säges *analyssyftet* vara dominerande. Detta motsvarar områden 1 resp. 2 enligt Ackoff. Ofta kan inte ett av dessa system sägas vara dominerande, utan syftet kan vara en kombination av dessa. Syftet analys kan också ges innebörden av att modelleringen avser att i vissa syften relativt differentierat representera olika processer, som analyseras på modellnivån.

För område 3 gäller inget krav på att output från en genomgång av processerna ska påverka inputvärdena för en därpå följande genomgång. I stället görs antalet genomlöpningar beroende av med vilken säkerhet man vill skatta fördelning eller processer. Detta förfarande benämns "model sampling".⁵⁵⁾ Följande citat belyser att processerna nollställs efter ett visst antal gångers genomlöpande.

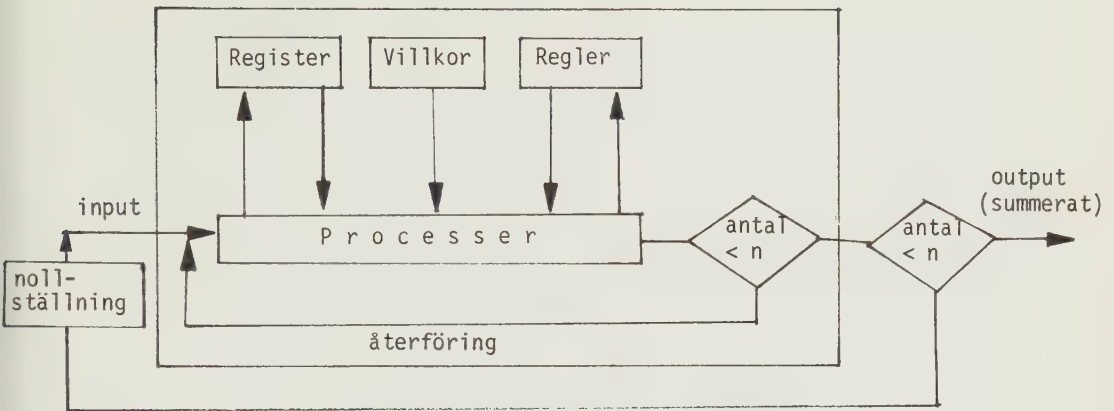
"Vi har inte att göra med tid i det här fallet, det vi är intresserade av är den minsta av ett antal $(N_i^+ + N_i^-)$ -summor. Varje sådant minimivärde är att uppfatta som ett utfall från den stokastiska processen. Ett antal sådana utfall gör det möjligt att skatta sannolikheten för minimivärdet." ⁵⁶⁾

54) Jfr Cohen & Cyert, 1961 och Cyert & March, 1963.

55) Jfr Meier et al, 1969, s 5.

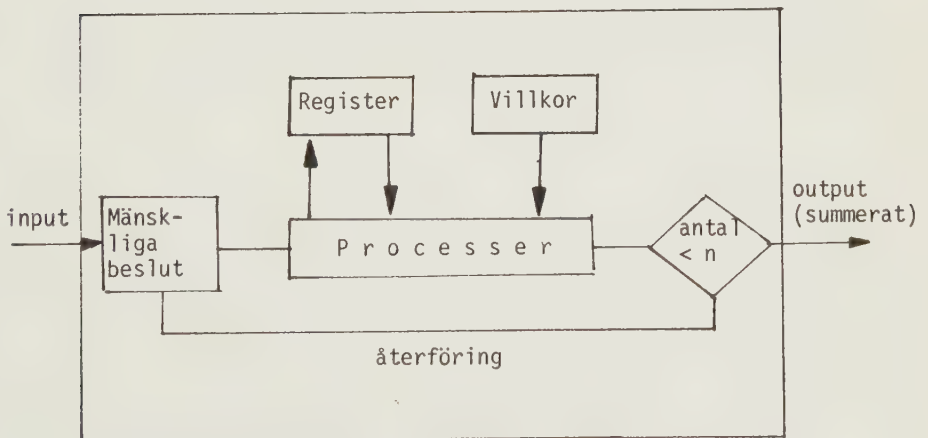
56) Lohmander & Oxring, 1972, s 141.

En schematisering av område 3 görs enligt följande:



Figur 2:5. Struktur vid "model sampling".

För "man-machine" simulering slutligen gäller att mänskliga beslutsfattare efter genomlöpningar av processerna själva specificerar handlingsregler på grundval av processresultat.



Figur 2:6. Struktur vid "man-machine" simulering.

Tilläggas bör att en interaktion mellan människa-maskin självfallet förutsätts i fall 1) och 2) såväl under experimentplanering som i uppföljning av modell i relation till förutsägelser mot eventuellt upplevda "verkliga" utfall.

Sammanfattningsvis har vi här definierat simulering som ett angreppssätt vid modellering där ingående modellelement specificeras numeriskt och där modellens utsagor utgörs av numeriska värden på de av modellen genererade variablerna och där modellen representerar ett antal processer och flöden. Processerna genomlöpes ett antal gånger och utgångsvärdena för en genomlöpning bildar ingångsvärden för nästa. Förändringar i ingångsvärden eller strukturer utgör experiment för modelllösning. Modellen kan, men behöver inte, innefatta stokastiska fördelningar och kan vidare kännetecknas av ett stort antal modellelement och relationer som löses och utvärderas mot ett antal olika resultatvariabler.

2.2.2 Simulering av ekonomiska system - kommentarer i anslutning till olika synsätt

Som framgått av föregående delavsnitt karakteriseras simulering som ett sätt att representera och härleda resultat genom en modell. Användandet av simulering innebär följaktligen att modelleringen kommer att innefatta en kedja metodproblem, som är beroende av vald modelltyp, och att modellen får en, gentemot andra angreppssätt, specifik struktur. Däremot innefattar simuleringsförfarandet i sig ingen teori eller vetande över de system som avses att representeras i modellen.

Följaktligen synes det principiellt felaktigt

- a) att betrakta simuleringsangreppssättet isolerat från övrig teori-
bildning,⁵⁷⁾
- b) att betrakta simuleringsmodeller som enbart ett uttryck för ett
visst synsätt.⁵⁸⁾

57) Jfr t ex *Forrester* (1961 och senare), som relativt fristående från övrig teoribildning formulerar teorier baserade på karakteristika vid modelleringen. För en närmare debatt kring hans angreppssätt se *Ansoff & Slevin*, "An appreciation of industrial dynamics" och *Forresters* artiklar "Industrial Dynamics - After the first decade" och "Industrial dynamics - A response to Ansoff & Slevin". Artiklarna återfinns i *Management Science*, 1968, March, May.

58) I vissa framställningar syns simulering i huvudsak betraktas som en teknik som används vid formulering av operationsanalytiska modeller. Jfr t ex *Schmidt & Taylor*, 1970 och *Carter & Huzan*, 1973.

Vi ska nedan i korthet ange några av de samband som finns mellan simulering och olika synsätt om organisationer.

Den första fasen av uppbyggnaden av en simuleringsmodell utgörs av en abstrahering av de studerade objekten med utgångspunkt från de syften som föreligger vid modellformuleringen. Analysen innefattar att ett system över en uppfattad helhet segmenteras i ett antal subsystem som beskrivs i processer och flöden. Schematiseringen av systemet beskrivs vanligen med flödesplaner. Härvid beaktas de interaktioner som förekommer eller förväntas förekomma mellan de i modellen identifierade elementen. Det betraktelsesätt som kommer till uttryck kan ses som en form av tillämpad systemanalys. Modellkonstruktionen innehåller således dels en segmentering av olika delar, dels en "sammanbindning" av dessa i en modell. I vissa fall har även relationen till systemanalysen angivits genom att benämna modelleringen systemsimulering, där alltså den första delen av begreppet anger relationen mot systemanalysen och simuleringsbegreppet användes för att ange uttrycksform och lösningssätt för det i modellen avbildade systemet.

Paralleller kan vidare dragas mellan organisationsteorier och simulering. I organisationsteorierna intar studiet av olika processer en central position. Vid simuleringar som innefattar olika beteendeprocesser kan därför abstraktioner av dessa processer göras utifrån olika påvisade förutsättningar om beteendet. Omvänt gäller att simulering används för att testa hypoteser genererade från en beteendevetenskaplig utgångspunkt.

Simuleringsangreppssättet med konstruktion och lösning av en symbolisk-matematisk modell har vidare stora likheter med de generella angivna stegen vid formulering av OA-modeller.⁵⁹⁾ Exempel på olika samband mellan simulering och konventionella OA-modeller⁶⁰⁾ är bland annat att olika OA-modeller kan byggas in i simuleringsmodeller, dels att man genom simulering kan kombinera olika modeller och studera interaktion mellan dessa. Vidare att vid vissa problem av optimerings-

59) Jfr t ex *Churchman, Ackoff & Ansoff*, 1957.

60) Med konventionella OA-modeller avses den tidigare typ av problemlösning som i huvudsak riktas mot relativt välstrukturerade problem t ex lager, kö, produktval.

karaktär är simulering en nödvändig modellform för att tillfredsställande lösa det specificerade problemet.

Åtskilliga av de traditionella företagsekonomiska modellerna (t ex pris- och kalkylmodeller) kan genom simulering sättas in i ett vidare definierat system och genom en experimentserie kan resultat av användandet av olika modeller avläsas i resultatvariabler samtidigt som ett hänsynstagande av flera faktorer kan göras.

Genom att använda simulering kan den klassiska ekonomins modeller utvecklas mot en högre grad av "realism" genom ett hänsynstagande av fler faktorer under specificerande förutsättningar.⁶¹⁾

Sammanfattningsvis kan konstateras att även om simulering inneburit att en ny modelltyp utvecklats, så bygger modellformuleringen i det specifika fallet på teorier som kan hämtas från olika källor och de simuleringsmodeller som formuleras i avsikt att användas i organisationers planering bör därför i stor utsträckning bygga på tidigare utvecklade modeller och föreställningar. Som ett uttryck för teorier kan därför simulering inte ses isolerat från existerande kunskaper, medan angreppssättet medför att modellerna kan uppställas med hög grad av komplexitet, beakta olika typer av dynamiska förlopp och exogena störningar samt innefatta detaljerade abstraheringar av objekten på olika beskrivningsnivåer samtidigt som kravet på lösbarhet kan uppfyllas.

2.3 SAMMANFATTNING - KONSEKVENSER FÖR FORTSÄTTNINGEN

Vi har i detta kapitel sökt utveckla en principiell syn på simulering som angreppssätt vid modellering av ekonomiska system i organisationer.

Utifrån representationsform och härledningsförfarande definierades simulering som ett specifikt symboliskt-matematiskt angreppssätt. Valet av ett specifikt angreppssätt angavs ge upphov till en kedja metodproblem och som innebar ett antal interrelaterade val av tekniker för att uppnå vissa syften (2.1.2).

61) Jfr t ex *Kong-Chu* och *Naylors* utveckling (1965) av Hicks statiska jämviktsmodell och *Cyert, Feigenbaum & March* (1959) duopolmodell som jämförs med den s k Cournot-modellen.

Simulering kan användas för att representera komplexa system i modellform där olika processer relateras genom ett antal flöden och där modellresultaten genereras genom upprepning av dessa processer. Det är alltså möjligt att i en simuleringsmodell systematisera ett stort antal förutsättningar, där den kvantitativa preciseringen av dessa anger modellens premisser. Följaktligen är det också möjligt att i en simuleringsmodell uppnå den representation av ekonomiska system som ur vissa synpunkter angavs som önskvärd (2.1.3), nämligen att:

- a) Det representerade systemet kan genom beaktande av exogena variabler relateras till omgivande system.
- b) Abstraheringen av systemegenskaperna kan bli relativt noggrann och därmed kan en del av den komplexitet som finns i det reella systemet beaktas i modellen.
- c) En dynamisk modellformulering kan göras.
- d) Olika osäkerhetsfaktorer kan beaktas.

Simuleringsförfarandet i sig representerar däremot ingen kunskap om det studerade systemet, utan de förutsättningar som modellen bygger på hämtas från andra källor, t ex olika teorier eller teorifragment, studier av det modellerade systemet. Experimentplaneringen och valideringen ställer vidare modellbyggaren inför ett antal problem då modellen bygger på ett antal preciserade förutsättningar som gör att modellens generalitet i allmänhet är låg. I en simuleringsmodell kan emellertid idealt:

- a) Modellstrukturen anknyts till existerande teoribildning.
- b) Korrespondensrelationer ställas till observerbara data.
- c) Slutsatserna från modellen uttryckas i mätbara storheter.

Används simuleringsmodeller i planering görs detta utifrån vissa bestämda syften som resulterar i specifikation av resultatvariabler och definition av modellelement. Bakomliggande faktorer vid modellrepresentationen av bl a 1) systemnivå, 2) tidsperiod och 3) systemets egenskaper. Modeller formulerade för planering kan ställas i relation till följande relativa egenskaper; 1) trovärdighet, 2) testbarhet och 3) förbättringsförmåga (meliorism).

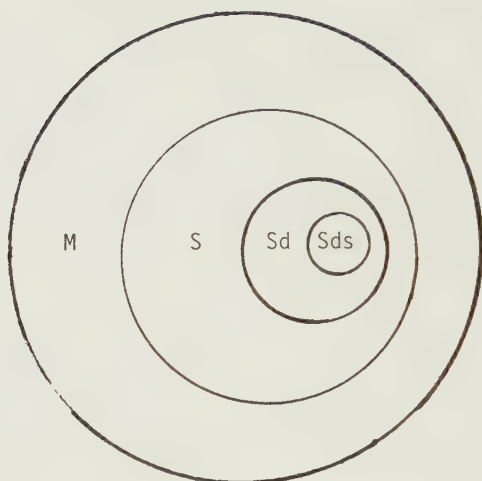
Med utgångspunkt från att syften och bakomliggande faktorer är av betydelse för såväl lösandet av olika metodproblem under modelleringsprocessen, som att tolkningen av modellerna kommer att vara väsentligen olika för olika planeringstyper är det därför väsentligt att närmare strukturera förutsättningarna för modellernas användning. Denna strukturering sker i de två följande kapitlen. Denna typologi eller referensram används senare i en analys över olika simuleringsmodeller. Med utgångspunkt från denna kan vi granska hur olika egenskaper i det definierade systemet behandlas på modellnivån och hur modellstrukturen på olika sätt anknyts till teorier och föreställningar om de modellerade objekten.

KAPITEL 3. SYSTEMMODELLER SOM UTGÅNGSPUNKT FÖR BESKRIVNING AV OLIKA PLANERINGSPROCESSER I EN ORGANISATION

- 3.1 ALLMÄN SYSTEMTEORI/SYSTEMANALYS FUNDAMENT FÖR BEGREPPSMODELLER ÖVER ORGANISATIONER
 - 3.2 SYSTEMMODELLER FÖR FÖRETAGSSTYRNING
 - 3.3 EN SCHEMATISERING FÖR UPPDELNING AV OLIKA DELSYSTEM
 - 3.4 SAMMANFATTNING, SLUTSATSER OCH IMPLIKATIONER FÖR FORTSÄTTNINGEN
-

I detta kapitel struktureras förutsättningarna för beskrivning av de olika planeringsprocesserna i organisationer till vilka simuleringsangreppssättet kan vara ett analysverktyg. En utgångspunkt för denna struktureringsprocess är att från ett systeminriktat synsätt ange förutsättningarna för olika planeringsprocesser. Detta kan ske på olika generalitetsnivåer.¹⁾ Här anges först allmänna förutsättningar för processerna, sedan beskrivs och tolkas olika forskares systemmodeller över hur olika processer bildar styrsystem i organisationer och där efter görs en schematisering av förutsättningarna för olika planeringsprocesser. I detta kapitel anges sålunda förutsättningarna för den uppdelning och beskrivning av planeringsprocesser till vilka användning av simulering i planering kommer att relateras. Översiktligt kan gränserna för en sådan analys illustreras enligt följande:

1) *Ozbekhan* utvecklar i "Toward a general theory of planning" (Jantsch, 1969) en begreppsapparat och teori i vilken planering ses som ett subsystem till ett specifikt system. I nedanstående figur används de tre yttre cirklarna i analogi med Ozbekhans användning. Ozbekhan, 1969, s 106.



Figur 3:1. Ramar för analys.

M		Miljö		Den omgivning med vilken en organisation förutsättes ha interaktion.
S		System		Organisation, med explicit gemensamma och explicit särskilda mål.
Sd		Delsystem		Planering - Syftesorienterad organisering av beslutsfattande för påverkan av framtida tillstånd.
Sds		Subsystem till planering		Planering genom användande av simuleringsmodeller.

Vad som söks i detta kapitel är följaktligen beskrivningar av S (organisationen) som gör det möjligt att beskriva olika förutsättningar för Sd (delsystemet planering), då Sd är det delsystem inom vilket Sds (planering genom simulering) förutsättes.

S (systemet - organisationen) utgör alltså det vidare objekt ur vilket Sds (simulering) studeras. Följaktligen kan i detta kapitel gjorda abstraheringar av S (systemet) anges som referenspunkter för den fortsatta analysen. Centralt i denna fas av forskningsprocessen har därför varit att från tidigare forskningsresultat analysera och beskriva egenskaper i organisationer för att formulera begrepps-

modeller till vilka vi kan relatera delsystemet planering²⁾ och senare subsystemet planering genom användande av simuleringsmodeller.

Kapitlet inleds med angivande av centrala förutsättningar och begrepp. Därefter sammanfattas ett antal forskares modeller över organisationers styrprocesser vilka tolkas mot ett antal beskrivningsdimensioner. I nästa avsnitt behandlas möjligheten att beskriva planeringssystem som hierarkier och i anslutning därtill formuleras olika referenspunkter för den fortsatta framställningen.

3.1 ALLMÄN SYSTEMTEORI/SYSTEMANALYS FUNDAMENT FÖR BEGREPPSMODELLER ÖVER ORGANISATIONER

Den väsentliga egenskapen hos ett system kan sägas vara att det består av en mängd interrelaterade delar, där varje interaktion är av betydelse.³⁾ En organisation utgör således exempel på ett komplext system. När en organisation studeras från ett systeminriktat perspektiv fokuseras intresset vid analysen i allmänhet på vissa egenskapers samband med det vidare systemet. Särskiljande för det systeminriktade synsättet är dels att hypoteser och slutsatser ställs i relation till mer generella satser om olika typer av systems egenskaper och dels användning av en viss begreppsapparat.

Med allmänna systemteorier avses de generella teorier som kan ses som metateorier till olika speciella objektanknutna teorier. I de allmänna systemteorierna har observerats och definierats egenskaper som är gemensamma för olika speciella systemteorier.⁴⁾ Bland annat kan observeras att man genom analogier mellan egenskaper i olika typer av system

2) *Mesarovich, Sanders & Sprague*, "An axiomatic approach to organizations from a general systems viewpoint" (Cooper et al, 1964)

understryker att en formell begreppsmodell är av värde bl a för

1) Att systematiskt pröva hur kvantitativa modeller kan användas,

2) För att strukturera förutsättningar för och konsekvenser av olika beslut, 3) Begrepp och metoder utvecklade för en given systemstruktur kan inte utan modifikationer användas vid system med andra strukturer.

3) *Ackoff*, 1970, s 28.

4) *Mesarovich* ger i "Views on general systems theory" (1964) en beskrivning över olika attityder till användbarheten av den allmänna systemteorin.

sökt formulera generella satser över olika systems beteenden. Systemteorins särdrag som metateori⁵⁾ är vidare av betydelse för att anknyta beskrivningar till vissa mönster och därmed reducera komplexiteten i beskrivningen, samtidigt som en viss grad av generalitet och stringens är möjlig.

När de olika enheterna och dessas relationer i en organisation analyseras är sättet att definiera dessa centralt. Dels kan de definieras utifrån *funktionella* egenskaper i förhållande till andra delar av systemet eller till miljön och dels kan de definieras som *element* och *relationer* i ett vidare definierat system.

Med systemets *struktur* avses en specifikation av det statiska systemtillståndet. I den trängre betydelsen gäller alltså en strukturbeskrivning som en ögonblicksbild av en organisation vid en viss tidpunkt. Normalt ges dock strukturbegreppet en vidare betydelse och avser regelbundenheter och begränsade egenskaper i de olika systemdelarna. Med *processer* avses de aktiviteter som vid olika tidpunkter transformerar eller förändrar olika flöden i organisationen.

I denna framställning kommer i huvudsak systemen att definieras utifrån dess element och relationer där olika delsystem förutsättes uppfylla olika funktioner för det vidare systemet.⁶⁾

Möjligheterna att utnyttja satser och begrepp från den allmänna *systemteorin* ställs i det enskilda fallet i relation till de syften som en studie har. Tre satser om organisationer som system, som bildar en överliggande föreställningsram för denna undersökning är:

A. *Organisationer är öppna system* som har utbytesrelationer med en miljö.⁷⁾ Dessa utbytesrelationer kan vara av såväl fysisk natur (t ex

5) Jfr t ex följande citat "A whole which functions as a whole by virtue of the interdependence of its parts is called a system, and the method which aims at discovering how this is brought about is in the widest variety of systems has been called general system theory. General system theory seeks to classify systems by the way their components are organized (interrelated) and to derive the "laws" or typical patterns of behavior, for the different classes of systems singled out by the taxonomy". *Rapport* i Buckley, 1968, s XVII.

6) För en fullständigare begreppsapparat se Buckley (1968) samt mer enhetlig Ashby (1956)

7) Utnyttjas och utvecklas bl a av Katz och Kahn, 1966.

material) som abstraherad (t ex information). Öppna system är icke-deterministiska och kan på olika sätt mottaga och avge material och information från omgivningen.

B. Organisationer uttrycker syftesinriktat beteende, dvs information tolkas i relation till föreställningar om önskvärda beteenden och tillstånd. Information om och tolkningar av syften överförs mellan olika enheter i organisationen, så att syften relateras till specifika objekt och i dimensioner som möjliggör en konkretisering av mer globala syften till lokala. Då organisationer är öppna icke-deterministiska system sker en omformulering av olika syften över tiden. I detta sammanhang är feedback-begreppet av central betydelse:⁸⁾

"In the human social environment feedback is goal-derived. In closed planning systems feedback is also goal-derived, but cybernated in the sense that it is organized to react in pre-determined ways to given deflections from the goal. Here reactions are comparable to following automatic instructions which come into play when the behavior required of the plan deviates from its programmed course. Feedback in the higher-level open planning systems is goal-derived in the same sense as in the environment. However, goal derivation in these open systems is perhaps more explicit than in the environment as a whole; and feedback, in such systems, is also end- and value-derived."

Feedback-begreppet kan alltså relateras till såväl ett mer mekanistiskt beteende som till ett adaptivt beteende med sök- och läroprocesser.

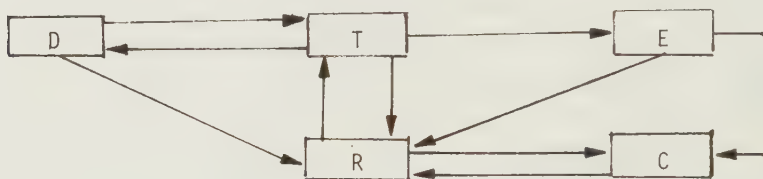
C. Organisationens förmåga att förändra sin struktur är beroende av utformningen av olika informationsbearbetande och -tolkande komponenter.

Ashby's "the law of requisite variety"⁹⁾ kan i korthet tolkas enligt följande. Varje sammansättning av ett system sätter en gräns för mångfalden av anpassningsmöjligheter och för att fullständigt adaptera systemet krävs minst samma antal svarsmekanismer som miljöförändringar.

8) *Ozbekhan*, "Toward a general theory of planning" i Jantsch, 1969, s 116. Feedbackbegreppet har diskuterats av ett otal författare, dock kanske utförligast av *Forrester*, 1961. Enligt Forrester är feedback-loopen det grundläggande strukturelementet i ett informationssystem. Forrester skiljer också mellan negativa feedback-looper och positiva looper.

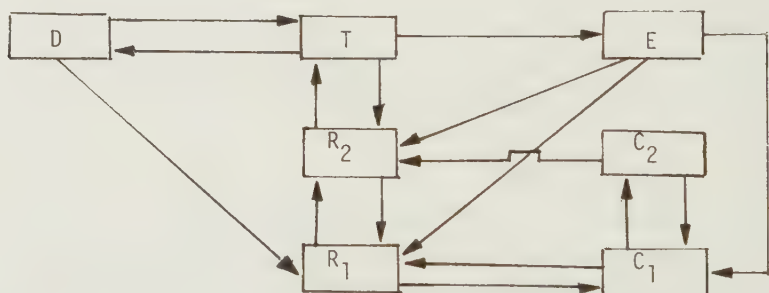
9) *Ashby*, 1956, del 3.

Ashbys "lag" leder till en indelning av två typer av processer, dels de som ökar den möjliga mångfalden av tänkbara förutsättningar för systemet och dels de som förenklar, begränsar eller på annat sätt systematiserar information för att skydda väsentliga egenskaper i systemet. I Ashbys termer krävs dels till miljön (D) svarande element (T) och dels informationsbearbetande element (R) som utifrån vissa kriterier (C) avlägsnar informationsstörningar och strukturerar information så att systemets väsentliga element (E) kan skyddas.



Figur 3:2. Kategorisering av olika element i ett öppet system.

För att öka organisationens informationskapacitet kan en hierarki av informationstolkande element bildas.¹⁰⁾ I Ashbys termer kan ett informationsbearbetande element använda en del av sin kapacitet för att konstruera informationstolkande element (R_2) som inte är begränsat av kapaciteten av det första elementet (R_1) och där R_2 arbetar med högre frekvens än R_1 ("Amplification of Regulation") samtidigt som kriterier (C_2) formuleras.



Figur 3:3. Kategorisering av ett system med informationsbearbetande element på olika nivåer.

10) Christensson, "Decision: structure and freedom" (1972, spec. s 8-12) tar Ashby som utgångspunkt för en systemteoretisk beskrivning av en organisations styrprocesser. Skillnaden mot Christenssons beskrivning är att i ovanstående figurer har kriterier (C) för olika element i beskrivningen medtagits. Med utgångspunkt från Johnsen (1968) synes detta vara nödvändigt - för såvitt inte ett mekanistiskt beteende förutsätts.

Tillämpad på organisationer kan ovanstående generaliseringar tolkas som om ett antal olika informationsbearbetande delsystem kan utvecklas, som arbetar mot olika tidsperioder och mot objektanknutna kriterier svarande mot olika tidshorisonter. Organisationens informationskapacitet blir därför beroende av såväl den struktur som dessa delsystem bildar, som det sätt på vilka dessa bearbetar information (dvs hur respektive processer sker).

Delvis skild från systemteorin är *systemanalysen* som snarast kan ses som ett angreppssätt ("a systems approach") för att möjliggöra systematiska beskrivningar och analyser av fenomen på objektnivån. Terminologi och klassificeringsramar är delvis hämtade från systemteorin, men till skillnad från denna utgår man i allmänhet ifrån konkreta problemsituationer. Nedan görs en kort karakteristik av systemanalytisk metodik med utgångspunkt från ett citat av Van Court Hare.¹¹⁾

"(1) We defined a boundary that separated the elements we positively wanted from others, we might have considered; (2) we selected the elements within the boundary that we would consider further; and (3) we selected the relationships within the boundary that we would consider further showing these few important relationships within the boundary as well as to and from "the outside world" across the boundary." ...

"Our later analysis of the system may be concerned with *predicting* the outputs from the system, given certain input conditions. To do this we must isolate the inputs and outputs and determine the structure within the boundary that may affect our prediction. In other problems we may be given specified input and output conditions for the system, and be asked to meet these specifications most efficiently."

Ovanstående citat uttrycker centrala delar av en systemanalys:

- a) Bestämning av systemgränser
- b) Bestämning av systemelement
- c) Bestämning av dels a) interna relationer
och b) externa relationer
- d) Diagnos för systemförändring.

11) *Van Court Hare Jr*, "Systems Analysis - A diagnostic approach" 1967, s 19.

Ett system på objektnivån kan alltså abstraheras på många olika sätt och en abstraktion görs för att uppnå ett bestämt syfte.¹²⁾ *Churchman*¹³⁾ pekar på fem huvudhänsynstagande som en forskare bör ta hänsyn till vid definition och analys av ett system typ organisationer.

- "1. The total system objectives and, more specifically, the performance measures of the whole system;
2. The system's environment: the fixed constraints;
3. The resources of the system;
4. The components of the system, their activities goals and measures of performance;
5. The management of the system".

Den hittills förda analysen kan *sammanfattas* enligt följande: För att beskriva olika aspekter i en organisation kan olika former av systembeskrivningar göras för att relatera händelser på objektnivån i en gemensam begreppsapparat. En utgångspunkt för denna beskrivning är att använda begrepp hämtade från systemteorin. Denna har också karaktären av metateori och kan användas för att relatera specifika slutsatser till en generellare ram. Vid en systemanalys "tvingas" forskaren att precisera systemgränser, systemelement, relationer och ev. precisera en diagnos för systemförändring. Ett försök att analysera ett visst planeringssätts användbarhet i en organisation kan därför göras med utgångspunkt från ett systeminriktat synsätt, då forskaren härvid närmare måste analysera förutsättningarna för angreppssättets användbarhet i relation till de specifika syften som kan vara för handen för olika typer av system inom organisationen.

12) Bl a följande citat av *Beer* kan tjäna som ett memento för den fortsatta framställningen "Let us note straight away that the definition of any particular system is arbitrary." Beer(1959, s 9.)*Ashby* understryker att den abstraktion som sker är beroende av forskarens referensram och visar på olika samband mellan forskaren och det studerade systemet. Ashby, "An Introduction to Cybernetics" 1965, kap. 6. *Miller* redovisar i "Living systems" (Behavioral Science, 1965, 10:3 och 10:4) en indelning i konkreta system, abstraherade system och tankemässiga system (modeller).

13) *Churchman*, 1968, s 29.

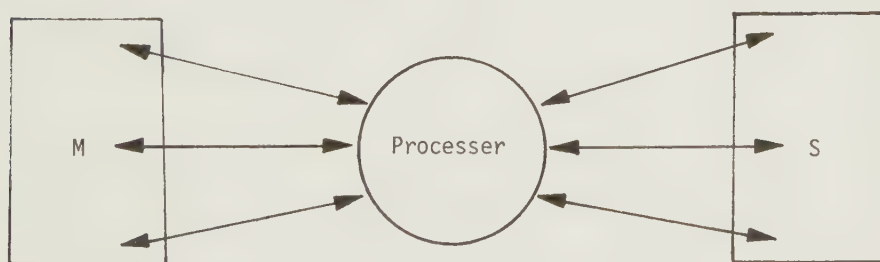
3.2 SYSTEMMODELLER FÖR FÖRETAGSSTYRNING

Medan vi i föregående avsnitt kortfattat sammanfattade ett överläggande synsätt och en begreppsapparat söker vi i detta avsnitt tolka några systeminriktade studier utifrån syftet att bilda en föreställningsram till vilken olika planeringsprocesser (och senare användning av simuleringssystem) kan relateras.

3.2.1 Beskrivningsdimensioner och systemmodelltyper

Utifrån ett systeminriktat synsätt har ett stort antal modeller av olika karaktär formulerats över organisationers beteenden. Om en abstrahering ska göras utifrån dessa i syfte att skapa referenspunkter till vilka vi ska relatera planeringsprocesser synes det nödvändigt att avgränsa mängden av potentiella modeller. I stora drag är det möjligt att klassificera systemorienterade organisationsmodeller i tre huvudkategorier: 1. Miljörelaterade organisationsmodeller, 2. Modeller avsedda att beskriva och/eller förklara styrning i organisationer och 3. Partiella (ofta funktionellt anknutna) systemmodeller.

1. Miljörelaterade systemmodeller uttrycker dels strukturer i en miljö och dels strukturer i en organisation - mellan dessa båda förutsättes ett antal processer ske. Nedanstående figur ¹⁴⁾ illustrerar ovanstående grunddrag.



Figur 3:4. Miljörelaterade processer.

14) Figuren kan ses som en generalisering av den typ av schematiseringar som *Stymne* (1970) arbetar med. Jfr t ex *Stymne*, 1970, s 38.

Som framgår av figuren förutsätts vid denna typ av systemmodeller att beroendeförhållanden mellan organisation och miljö kan beskrivas och att olika förklarande faktorer kan identifieras. Som exempel på utgångspunkter kan nämnas: I vid mening teknologiska miljöfaktorer,¹⁵⁾ i vid mening miljöns homogenitet och förutsägbarhet,¹⁶⁾ i vid mening organisationsform, värdemiljö och arbetsmiljö¹⁷⁾ eller en identifikation av kritiska processer.¹⁸⁾ Ovanstående ytterligt grova exemplifieringar understryker endast att dessa systemmodeller inriktas på att beskriva och förklara olika förhållanden mellan miljö och organisation, där de olika delsystemen bildar strukturer som beskrivs på en relativt hög beskrivningsnivå och där studiet av processerna görs utifrån hur lämpliga strukturer mot miljön kan skapas. Intresset centreras följaktligen i huvudsak till delsystem som beskrivs utifrån dessas funktionella egenskaper, medan en uppdelning av delsystem i element och relationer i allmänhet ej varit central.

2. Modeller avsedda att beskriva och/eller förklara styrning i organisationer har formulerats i syfte att studera hur information och beslut bildar olika former av styrsystem och där dessa kan relateras i olika beskrivningsdimensioner. I dessa modeller förutsättes organisationen fungera som ett öppet system, men någon differentiering av miljötyper görs i allmänhet inte. Det delsystem som studeras är det administrativa delsystemet medan organisationens värderingar kan anges som mål eller kriterier vid olika typer av beslut. I vissa studier centreras intresset i första hand till informationssystemet (ex. *Ramström* (1967) och *Langefors* (1966)), i andra studeras beslutsmodellernas utseende (ex. *Johnsen* (1968)) eller planeringssystemets roll (ex. *Ackoff* (1970) och *Emery* (1969)). Oavsett utgångspunkterna studeras besluts- och informationssystemen som beroende.

15) Se t ex *Woodward* 1965 och *Thompson* 1967.

16) Se t ex *Lawrence & Lorsch* 1967 och 1969.

17) Se t ex *Rhenman* 1969 och 1973.

18) Jfr *Stymne* (1970) identifierat fem "kritiska" processer och relaterat dessa till värdestrukturer och konkreta strukturer och som utifrån ett antal indikatorer formulerar en diagnosmodell för effektivitetsproblem.

Vad som är särskilt relevant i detta sammanhang är att intresset centreras till såväl en uppdelning av ett komplexare system i delsystem, beskrivna i element och relationer på olika beskrivningsnivåer, samtidigt som att olika modeller formuleras över hur informations- och beslutsprocesser kan eller bör utformas. Ett gemensamt drag är således att från ett "totalt" synsätt studeras interaktion mellan olika processer i styrsystemet.

3. Vid partiella systemmodeller studeras ett definierat system i organisationen från en snävare utgångspunkt t ex hur olika element ska samordnas för lösning av ett visst definierat problem eller styrobjekt (t ex *Mc-Millan & Gonzales* (1965) och *Buffa* (1968)). Ett utmärkande drag i dessa modeller är alltså att lösningen av det partiellt definierade systemet icke görs beroende av övriga delar av styrsystemet.

Då syftet här har angetts att schematisera en referensram för den senare analysen för planering (Sd) och simulering (Sds) tas ett antal studier över samband i det administrativa styrsystemet som utgångspunkt för analys av samband i detta. Det förutsättes att detta är relaterat till andra funktionella delsystem och att systemet som helhet är relaterat till en miljö, som på denna analysnivå ej konkretiseras. Med detta anges också en begränsning i den referensram som senare utvecklas.

3.2.2 Sammanfattning av några systemmodeller över organisationers styrsystem

Genom begreppet styrsystem anges den inriktning utifrån vilken olika studier har analyserats. Med styrsystem åsyftas ett system bestående av styrande och styrda komponenter. Den styrande komponenten ger på olika sätt impulser för de styrda enheterna. Således faller begreppet in under den schematisering som gjorts vid tolkning av Ashbys uppdelning av olika informationsbearbetande element (3.1).

Intresset vid denna genomgång har centrerats till hur komponentuppdelning beskrivs och vilka olika typer av relationer som är väsentliga för att förstå en organisation som ett styrt system. Genom att intresset centrerats till möjligheterna att analytiskt beskriva olika bero-

endeförhållanden har en ytterligare avgränsning gjorts genom att studierna i huvudsak kan hänföras som analytiska. (Även om på olika sätt i respektive studie beteendefaktorer beaktats vid analysen.)

Urvalet av studier är i huvudsak subjektivt och har baserats på den information som olika studier gett författaren i relation till ovan angivna syfte. Självfallet är beskrivningarna och tolkningarna av studierna också en produkt av författarens subjektiva tolkning. Det har dock varit angeläget att redovisa detta material,¹⁹⁾ då det ingått i forskningsprocessen och direkt och indirekt utnyttjas i fortsättningen.²⁰⁾ De forskares²¹⁾ systemmodeller som här kortfattat behandlas är *Johnsen, Emery, Ramström, Langefors och Bonini*. Dessa forskares modeller karakteriseras i en sammanfattande tabell i 3.2.2 ur följande dimensioner:

1. Forskningssyfte.
2. Metod vid systembeskrivningen.
3. Metod vid formulering och beskrivning av styrmål för olika delsystem (ev. på olika nivåer).
4. Avgränsning av delsystem (ev. definition av elementen i dessa).
5. Beskrivning av styrning för delsystem (ev. styrmodeller).
6. Behandling av relationer mellan delsystemen.
7. Beskrivning av styrning av flera interagerande delsystem (ev. formulering av styrmodeller).

-
- 19) Enligt författarens uppfattning kan en redovisning av material av denna typ tjäna olika syften:
- a) Som en redovisning av olika teorier, där genom valet av beskrivningselement och tolkning en speciell struktur getts det redovisade materialet. Om denna ska ha något egenvärde krävs att beskrivningselement har relevans och tolkningen validitet i relation till studiernas innehåll.
 - b) Som en redovisning av en del av författarens inlärningsprocess. I detta fall krävs att materialet kan redovisas i dess sammanhang, dvs kan ses som en del av en forskningsprocess i relation till tidigare och senare avsnitt.
 - c) Som en redovisning av en något bredare teoribildning, som i delar utnyttjas för uppnående av forskningssyften.
- 20) I första hand i nästa avsnitt (som bildar utgångspunkt för kap. 4) och senare vid analys av simuleringsfunktioner och olika simuleringsstudier samt i appendix 1 och 2.
- 21) Tabellen utgör en i sammandrag gjord tolkning av de i litteraturförteckningen upptagna arbetena av resp. forskare. Speciellt har följande studier använts: *Johnsen* (1968), *Emery* (1969), *Ramström* (1967), *Langefors* (1966 och 1968) och *Bonini* (1963). En utförligare beskrivning görs i *Arwidi* (1971, 3.2.2).

Sammanfattning av några systemmodeller över organisationers styrsystem

	Johnsen	Emery
1. Forsknings-syfte	Att bestämma om det är möjligt och önskvärt att i praktik och teori arbeta med multimålmodeller vid beslutsfattande i stället för, eller tillsammans med, vanliga enmålsmodeller.	Att uppnå en syntes av områden relaterade till planering.
2. Metod vid systembeskrivningen	Genom identifikation av grundelement som bildar elementarsystem, varför såväl interrelationerna mellan dessa som målformuleringarna för varje elementarsystem blir föremål för analys. Systembeskrivningarna över beslutssituationer görs bl a genom användande av koordinatsystem och modeller som har formulerats i datamaskinprogram.	Genom beskrivning av olika strukturer av organisationella subenheter med olika tänkbara samordningsmöjligheter och där informationssystemet dels utför en funktion genom att lagra och tillhandahålla data och dels bearbetar data som erfordras för planering.
3. Metod vid formulering och beskrivning av styrmål för olika delsystem.	Målformuleringen ges operationalitet genom att de olika önskingarna över-sättes till mått på olika aktiviteter.	Planering förutsättes ske mot en multimålstruktur. Målstrukturen för en given planeringsenhet förutsättes kunna relateras till andra enheter i organisationen, t ex enheter på en lägre nivå förutsätts kunna arbeta i riktning mot ett uppnående av globala mål. Emery förutsätter således att en global målstruktur kan dekomponeras i lokala målstrukturer.
4. Avgränsning av delsystem (ev. definition av elementen i dessa)	I elementarsystem, (minsta delsystem) bestående av ett målelement, ett aktivitetselement och en relation. Flera elementarsystem kan bilda ett delsystem.	I strikt bemärkelse görs ingen direkt uppdelning i olika planerande enheter utan planeringsstrukturen anges kunna beskrivas utifrån (1) planeringens räckvidd, (2) aggregationsgrad av variabler och (3) den tidssekvens inom vilken planering sker. Implicit synes en överensstämmelse mot olika organisationella subenheter förutsättas.

	Ramström	Langefors	Bonini
1. Forsknings-syfte	Formulera en teoretisk föreställningsram för beskrivning och analys av relationerna mellan olika "styrvariabler" i ett företagsstyr-system samt skapa empiriska verktyg i syfte att förklara skillnader mellan egenskaper i kommunikationskanaler av studerade organisationers beslutssystem.	Utveckla en teori som möjliggör användande av formaliserade metoder vid utveckling av informationssystem.	Formulera och analysera en sammanfattande modell som representerar styrprocesserna i ett "rimligt" företag.
2. Metod vid systembeskrivningen	"Black-box" eller terminal beskrivning där de olika komponenternas beteende beskrivs i relationer mellan input och output.	Logisk härledning av delsystemstrukturer på olika nivåer. Grafisk och algebraisk beskrivning.	Uppdelning och specificering av besluts- och informationscentra på olika nivåer i systemet. Grafiskt-logiska flödesplaner och datamaskinsprogram användes.
3. Metod vid formulering och beskrivning av styrmål för olika delsystem.	Styreffektivitet användes som ett generaliserat kriterium som är vägledande vid val av styrstrategi. Uppdelning och operationell specificering av kriterier anges kunna ske genom mål-medel-analys.	I relation till en ultimär (önskemål) målsättningsstruktur ställs primärmålen som måste uppfyllas för att ultimärmålen ska kunna nås. Företagets högsta operativa målstruktur ska alltså stå i överensstämmelse med intentionerna (ultimärmålen). Från den högsta operativa målstrukturen härleds lokala operativa mål.	Kvantitativt specificerade mål bestämmes efter en iterativ planerings-procedur där bedömningen grundas på feedback av resultat från tidigare perioder.
4. Avgränsning av delsystem (ev. definition av elementen i dessa)	Informationspunkter och besluts-punkter relaterade genom informationskanaler. Varje komponent beskrivs innehålla ett besluts- och ett produktivt centra.	Avgränsningen sker genom: 1) Att ställa upp en delsystemstruktur 2) Att härleda delsystemstrukturens egenskaper 3) Att verifiera delsystemstrukturens användbarhet 4) Att visa att delsystemstrukturen är realiserbar.	I bl a informationscentra med specificerade uppgifter.

	Johnsen	Emery
5. Beskrivning av styrning för delsystem (ev. styrmodeller)	Delmodeller för styrning hämtas från olika källor. "Information for the elements may be provided by one or several traditional analytical disciplines". (Johnsen, 1968, s 382). Valet av modell ställs i relation till problemformuleringen och utgör en del av en sök-lärprocess. "Every decision situation requires its own analysis of relevant information goals, activities and combination models." (Johnsen, 1968, s 392).	Planeringen vid en given enhet beskrivs som en process som innefattar bestämning av nödvändiga planeringsdata (information), generering av planer och utfall, val av alternativ, översättning av vald plan för information till lägre planeringsenheter och kontroll av planer.
6. Behandling av relationerna mellan delsystemen	Bestämning av de interpartiella krav som ett systemtillstånd i ett elementarsystem förorsakar andra elementarsystem.	Dels i form av styrimpulser genom målsättningar och begränsningar överförda via planer, dels i form av skiktning och filtrering av information (beroende av bl a informationsvärde och kostnader).
7. Beskrivning av styrning av flera interagerande delsystem (ev. formulering av styrmodeller):	Information om systemtillstånden i elementarsystemen bildar underlag för en sök-lär process som fortsätter tills en med hänsyn till aspirationsnivån tillfredsställande lösning uppnås.	Den totala planeringsprocessen beskrivs innefatta en hierarkisk sökprocess genom organisationens olika planeringsnivåer och iteration mellan nivåerna förekommer. Inom de olika nivåerna (ev. enheter) sker sekventiellt sökande efter områden som kan bidra till bästa måluppfyllelse.

	Ramström	Langefors	Bonini
5. Beskrivning av styrning för delsystem (ev. styrmodeller)	Rationaliteten i styrningen ställs i relation dels till beslutsbasen som innehåller information om olika alternativ dels till processer som bearbetar och omvandlar denna information till beslut.	Systemanalysen leder till en definition av delsystemets egenskaper i relation till övriga systemet, som användes för att konstruera målsystem och informationssystem.	Problemlösning genom heuristiksbearbetning av specificerade informationsflöden.
6. Behandling av relationerna mellan delsystemen.	Relationerna mellan olika aktiviteter beskrivs i intensivitets- och extensivitetsmått, som hänför sig till sannolikhet av verkan och effekter av denna resp. till antalet kopplingar.	Genom angivande av de olika samband som existerar mellan olika delsystem.	Output av ett delsystem bildar input i nästa. De olika systemtillstånden registreras i informationssystemet.
7. Beskrivning av styrning av flera interagerande delsystem (ev. formulering av styrmodeller)	Målmedelsanalys mellan olika beslutsprogram. Direkt och indirekt informationsutbyte mellan olika beslutskomponenter. Lokaliseringen av beslut till olika nivåer beroende av bl a informationskanaler och erforderligt behov för beslut (beslutsbas).	Genom skapande av en hierarki av olika delsystemstrukturer.	Iterativ lösningsprocedur inom en specificerad ram.

3.2.3 Tolkning av systemmodellerna

De i föregående delavsnitt gjorda beskrivningarna utgör självfallet endast partiella beskrivningar i den meningen att endast vissa dimensioner sammanfattats. Från dessa partiella beskrivningar söker vi här i sammanfattning tolka materialet i "syntes"-form. Tolkningen görs i tre faser:

- A. Sammanfattning av dimensioner för beskrivning av organisationers styrsystem.
- B. Tolkning av centrala egenskaper för systemens styrning.²²⁾
- C. Implikationer för delsystemet planering.²²⁾

A. Sammanfattning av dimensioner för beskrivning av organisationers styrsystem

- I. Med ett företagssystem avses ett system som har gemensamma mål. Med avseende på dessa mål urskiljes ett internt system från en extern miljö. Systemet har olika typer av relationer med denna miljö. Operationalisering av de gemensamma målen för olika delsystem utgör en viktig del av styrningen i organisationen.
- II. Allt efter syftet med beskrivningen urskiljes olika typer av element och relationer. Dessa element utför vissa slag av transformationer och kan beskrivas som relaterade genom olika typer av flöden. Minst två slag av flöden eller relationer tas hänsyn till i systemmodeller över organisationer: Fysiska- och informationsflöden. Dessa kan beskrivas i olika slags informationskaraktistika. Härigenom ges möjlighet att identifiera *informationssystem*, där de olika slagen av informationsflöden kan betraktas som element relaterade till varandra via informationsbearbetningsprocesser.

22) Begreppet styrning användes i betydelsen av den påverkan som *sker* vid bestämda tidsintervall. Begreppet planering användes i betydelsen "påverkan av framtida tillstånd". Innebörden i begreppen visas i nästa avsnitt och begreppet planering definieras i kap. 4.

Analogt kan *beslutssystem* identifieras. Då definieras beslutsprocesserna som element och informationsflödena som relationer.

Om output från en fysisk transformation resp beslutsprocess till dominerande grad är medvetet bestämd enligt målsättning hos en annan beslutsprocess, föreligger *styrning* (direkt). Sker påverkan via en eller flera mellanliggande processer föreligger *indirekt styrning*. När styrning föreligger kan alltså systemet (avseende denna egenskap) benämnas *styrsystem*.

III. Beträffande beslutssystem har i de olika studierna gjorts en delvis olika beskrivning av de beslutande enheterna.

- a) Beslutsmodeller - *Johnsen*
- b) Planering av beslutsfattande - *Emery*
- c) Beslutsprocedurer (ev. program) - *Ramström*
- d) Beslutsprocesser - *Langefors*
- e) Beslutsregler - *Bonini*

Anledningen till detta är givetvis de olika syften som varit för handen för de olika systembeskrivningarna och illustrerar olika grader av specificering av dessa omvandlingar i systemmodeller. *Johnsen* undersöker styrning med hjälp av ett antal partiella beslutsmodeller.

Emery relaterar styrning till planering och informationssystem.

Ramström beskriver beslutsprocedurer (program) i olika dimensioner.

Langefors relaterar beslutsprocessen till informationsprecedenter.

Bonini arbetar med givna beslutsregelmängder i vilka han gör marginella förändringar.

IV. Synsättet att en organisation kan beskrivas i olika hierarkier av överlappande delsystem tar sig uttryck i olika uppdelningar av ett större system i del- eller subsystem. Vid beskrivning av ett system kan uppdelningen göras med avseende på:

- a) Beskrivningsnivån dvs graden av detaljrikedom i beskrivningen.
- b) Funktion dvs i relation till vissa ändamål.
- c) Process dvs efter olika delfaser i en omvandlingsprocess.

V Vid ett visst givet system av typ företagssystem eller delar av detta identifieras normalt vissa miljörelationer. Vid en beskriv-

ning av ett större system i delsystem identifieras normalt vissa interrelationer mellan de olika delsystemen. I fråga om båda dessa typer av relationer kan två beskrivningsmönster följas:

- 1) dels att betrakta ett system som "slutet" - vilket innebär att relationerna till den omgivande miljön betraktas som exogena variabler vilka påverkar det beskrivna systemet på ett visst sätt. Systemet betraktas härvid som ett input-output-system.
- 2) dels att betrakta ett system som "öppet" - vilket innebär att relationerna till den omgivande miljön icke betraktas som säkra utan en filtrering och kodning sker dels av information från tidigare handlingar (feedback) dels från övrig omgivningsinformation. Förutom en transformation av flöden innefattar systembeskrivningen här en informationsomvandlingsprocess, vilken kan beskrivas med olika grad av specificering.

B. Tolkning av centrala egenskaper för systemens styrning

1. Samtliga forskare accepterar att systemen styrs mot multimålstrukturer, där kriterier vid olika styrpunkter ställs mot olika aggregerade beskrivningar av föreställningar om objekten.
2. Samtliga forskare arbetar med avgränsade delsystem på olika beskrivningsnivåer, som förutsättes stå i interaktion med en omgivning (inom eller utanför företaget).
3. Styrningen av ett visst identifierat delsystem kräver dels information om karakteristika och kriterier för det identifierade delsystemet, dels information om relationer till angränsande system (alt. att hänsyn till relationer tagits vid bestämning av kriterier).
4. Integration av styrning sker dels genom att styrningen skiftas på olika nivåer, dels genom koordination av olika styrprocesser (direkt eller indirekt) på samma nivå.
5. Styrningen av flera integrerade delsystem blir därför komplicerad. Dels kan vid en given beskrivningsnivå erfordras att olika partiella krav för delsystemen identifieras för att möjliggöra

iterationer mellan lösningsmängd för delsystemen, Dels sker styrning på olika nivåer, vilket förutsätter att information om önskat beteende kan överföras t ex genom generering av submål och fastställande av olika restriktioner.

C. Implikationer för planering

1. Planeringen bör bedrivas mot uppnående av multimålsättningar och där ev. mätningar av prestationer ställs mot de för en bestämd nivå (och funktion) operationaliserade önskemålen.
2. För planering krävs normalt inte enbart kunskaper om ett studerat delsystem utan också kunskap om relationer mot andra delsystem.
3. För planeringsändamål krävs att kunskap om olika delsystem relateras till planeringssituationen. Olika planeringssituationer ställer olika krav på denna sammanfogning.
4. Varje sådan interaktionsmodell görs utifrån ett val av beskrivningsnivå.
5. Det bör vara möjligt att genom iterationer mellan planeringslösningar för delsystem beskrivna efter olika grader av aggregation söka efter de alternativmängder som leder till att de lokala planerna står i överensstämmelse mot för systemet globala önskemål.

3.3 EN SCHEMATISERING FÖR UPPDELNING AV OLIKA DELSYSTEM

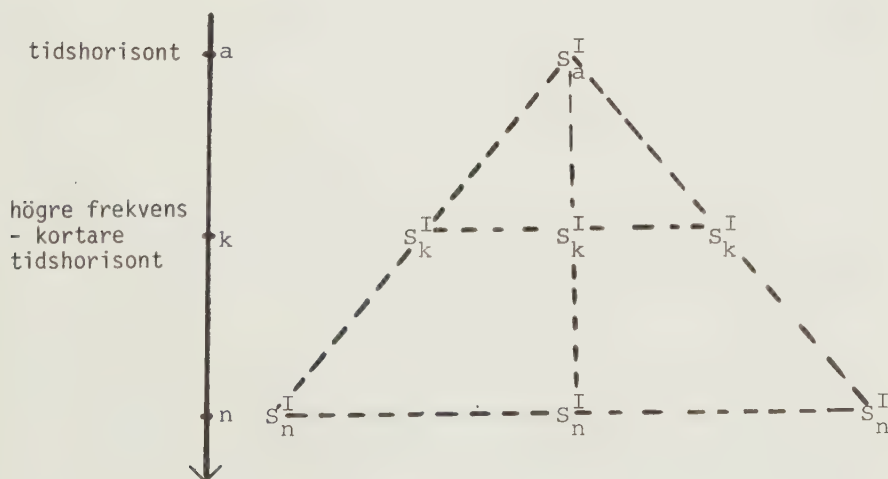
I vår föregående analys av ett antal modeller över organisationers styrsystem kunde vi, genom att beskriva och analysera dessa utifrån ett begränsat antal dimensioner, tolka vissa centrala egenskaper för systemets styrning och vilka implikationer detta innebär för delsystemets planering. Av analysen framgick vidare att varje abstrahering av ett komplext system typ organisation innebär en begränsning av den möjliga egenskapsmängden för att modellen ska vara överblickbar i förhållande till sitt syfte. Varje formulerad modell innebär alltså avgränsningar gjorda i vissa syften.

I detta avsnitt görs en schematisering i avsikt att systematisera olika karakteristika som används för referenspunkter vid identi-

kation av delsystem. Det väsentliga är alltså att genom användande av ett beskrivningsspråk relatera delar av ett system i ett sammanhang och följaktligen inte att skapa en totalmodell för alla tänkbara systemkonfigurationer.

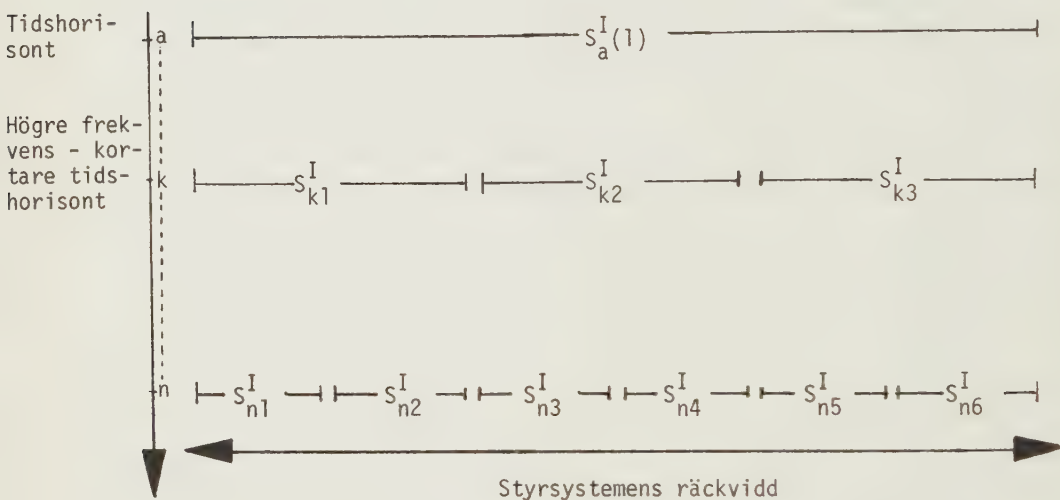
3.3.1 En uppdelning av styrsystem från systemteoretisk utgångspunkt

I den beskrivning av Ashbys generella systemmodell som gjordes i 3.1 visades att de informationsbearbetande elementen ("regulators") kunde öka sin informationskapacitet genom att bilda nya element som arbetade på högre frekvens ("amplification of regulation"). Tillämpat på organisationer tolkades detta som om olika informationsbearbetande delsystem (S^I) bildas som tenderar att arbeta mot primärt olika *tidshorisonter*. I de beskrivna systemmodellerna är också tiden en dimension för uppdelning av delsystemen (t ex *Langefors*, 1967 och *Bonini*, 1963). Följaktligen kan en uppdelning av delsystem göras utifrån frekvens och tidshorisont. Detta schematiseras nedan där delsystem S_a^I antages arbeta mot längre tidshorisonter (a) än S_k^I (tidshorisont k) och S_k^I längre än S_n^I (tidshorisont n). Antalet delsystem arbetande mot längre tidshorisonter antages (jfr t ex *Emery* kap 3 och *Langefors*, 1967) vara färre än de som arbetar med kortare.



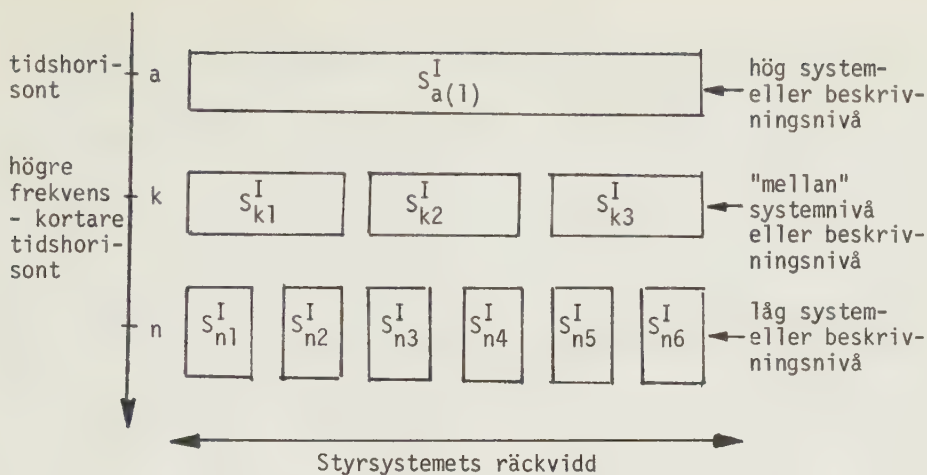
Figur 3:5. Uppdelning efter tidshorisont.

En andra uppdelning kan göras efter hur stora delar av en organisation som ett visst definierat styrsystem avses att användas för dvs styrsystemets *räckvidd*. Härvid framgår av de beskrivna systemmodellerna (jfr *Ramström*, 1967, kap. 5 och *Emery*, 1969, kap. 2 och 5) att ett styrsystem som arbetar mot en längre tidsperiod kan antas ha en större räckvidd än ett som arbetar mot en kortare tidsperiod. Nedanstående figur illustrerar ett sådant förhållande där delsystem S_k^I anges från S_{k1}^I till S_{k3}^I och delsystem S_n^I anges från S_{n1}^I till S_{n6}^I .



Figur 3:6. Uppdelning efter räckvidd.

En ytterligare uppdelning kan göras ifrån den *system- eller beskrivningsnivå* i vilken abstraheringar av det reella systemet görs. Härvid kan antagas att en positiv korrelation normalt existerar mellan systemets räckvidd och aggregationsgrad (jfr *Ramström*, 1967, kap. 5). Följaktligen har styrsystem med stor räckvidd normalt låg beskrivningsnivå. I styrsystem med stor räckvidd är alltså det reella systemet oftast abstraherat på en hög beskrivningsnivå och med liten räckvidd på låg beskrivningsnivå. Från vår föregående abstraktion kan detta illustreras enligt följande:



Figur 3:7. Uppdelning efter beskrivningsnivå.

Vi har alltså gjort en indelning av styrsystem i dimensionerna tid, räckvidd och beskrivningsnivå. Dessa dimensioner anger *strukturella villkor* för olika delar i ett styrsystem och kan följaktligen betraktas som strukturparametrar.

Komplementärt till ett systems struktur är de *funktioner*²³⁾ som detta system avser att uppfylla och som kan ses som uttryck för de verkningar som i ett visst sammanhang systemet förväntas ge upphov till. Systemets funktioner är därför logiskt relaterade till ovan nämnda dimensioner, då dessa anger förutsättningar utifrån vilka styrsystemets verkningar kan studeras. Synsättet att en överensstämmelse ska finnas mellan systemets struktur och dess funktioner tas därför i analogi med olika systemteoretiker²⁴⁾ som utgångspunkt för fortsättningen. Vad som vidare är relevant är hur olika processer kan relateras till den specificering som görs vid definition av ett systems struktur. Några logiska samband analyseras i följande delavsnitt.

23) Jfr följande citat: *Ackoff & Emery*, 1972, s 26 och 262.

"A functional image of structure is completely compatible with one that is mechanistically and structurally oriented."

- "Our position throughout has been that the concepts of science form a system, and that the wide range of concepts used in science, functional as structural, are compatible."

24) Se t ex *Rosenblueth & Wiener*, "Purposeful and non-purposeful behavior", 1950 och *Sommerhoff*, "The abstract characteristics of living systems", 1950. Båda artiklarna återfinns i Buckley, 1968.

3.3.2 En tentativ uppdelning av olika styrprocesser från strukturella förutsättningar

Beskrivs ett styrsystem utifrån de *processer* som mot olika *målsättningar* bearbetar olika *flöden* ges möjlighet att beskriva olika delar av detta utifrån strukturella förutsättningar. Relateras processerna till en tidsdimension kan nämligen beskrivningar²⁵⁾ göras utifrån hur processerna kommer att påverka systemets struktur över en tidsaxel. Således bildas ett antal beroende strukturer över tiden (relaterade till olika tidpunkter). Dessa strukturer anger olika förutsättningar inom vilket systemet arbetar för begränsade tidshorisonter. Denna typ av representation av systemet ger alltså en sekventiell bild av hur ett system kan antas förändras över tiden. Analogin med *process-flöde modeller* pekar direkt på två kritiska faktorer vid beskrivningen:

1. Beskrivningarna måste relateras till bestämda *tidsintervall* under vilka processerna antages påverka systemet.
2. Systemet förändras över tidsaxeln och om beskrivningen ska ha relevans måste förutsättningarna anges i relation till en *tids-horisont*.

Detta ger utgångspunkter för en tentativ uppdelning av olika processer. Dels måste beroendeförhållanden mot miljön ställas i relation till tidsperioder och tidshorisonter, dels kommer begränsningar för möjligheter att förändra systemet att ses mot dessa tidsrelationer.

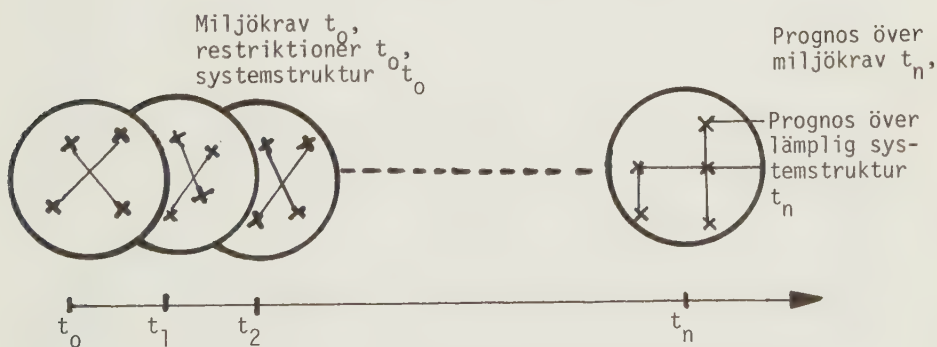
Ett system som arbetar mot en längre tidshorisont (t ex en 10-års-period) kan väsentligen förväntas att behandla för organisationen exogena element samtidigt som möjligheterna till väsentligen ändrad systemstruktur blir större. *Handlingsfriheten* tolkat i termer av förmåga att förändra strukturen blir likaledes större än på kortare sikt. Avbildningen av organisationens förmåga att anpassa sig till den externa miljöns förändringskrav blir här av avgörande betydelse och organisationen kan tänkas avbildas som aggregat av vissa "nyckel"-element t ex:

25) En utförligare diskussion om process-flöde modeller ges av *Amstutz*, 1967, kap. 4 och *Forrester*, 1961, kap. 6.

Mål	⊂ omsättning, cash-flow, avkastning investerat kapital
Transformationer	⊂ produktionsförmåga (kapacitet), produktutvecklingsförmåga och försäljningsförmåga (kapacitet).
Flöden	⊂ råvaruförbrukning - färdiga produkter (uppdelat i sortimentsklasser), olika typer av arbetskraft, aggregat av olika typer av tillgångar, olika transaktionsflöden ("flows of funds"), aggregat av informationsslag.
Relationer	⊂ olika typer av miljörelationer typ efterfrågeutveckling för olika produktgrupper.

Information för beslut med långsiktiga verkningar (t ex investeringar i nya fabriker, införande av nya produkter etc) utgår vidare från uppskattningar och prognoser om förändringar i miljön. Med hänsyn till att dessa processer kopplas till prognoser över framtiden kan de benämnas positiva feedbackprocesser eller feed-forward-processer.²⁶), där orsak-verkan kunskapen i allmänhet är av mer hypotetisk karaktär.

En huvudproblematik är här att med utgångspunkt från en prognos av förväntade miljöförändringar bestämma förändringar i systemstrukturen över tiden. Detta kan grafiskt visas enligt följande:



Figur 3:8. Styrning genom "feed-forward".

26) Maruyama, "The second cybernetics" i Buckley, 1968. Maruyama skiljer mellan "deviation-counteracting relationships" och "deviation-amplifying relationships" (morphostatis resp. morphogenesis). Motsvarande processer beskrivs ur informationsteoretisk synvinkel av Wilson & Wilson, 1965, s 52-57 och från systemteoretisk synvinkel av Mesarovich, "Systems Analysis of Multi-variable systems", 1960, spec. s 30-40.

Vid en viss tidpunkt t_0 har systemet en viss struktur. Vid en framtida tidpunkt t_n har miljökraven förändrats och en annan systemstruktur krävs för att möta denna nya miljö.

De förändringsprocesser som leder till att systemets struktur förändras kan dels vara organiserade för att *cykliskt planera* framtida strukturer och dels organiserade för *icke-cyklisk förändring*. I det cykliska fallet kan vid t_0 en serie av olika strukturer planeras till t_n som utgår från de vid denna tidpunkt uppfattade förutsättningarna och vid t_1 upprepas planeringen t_{n+1} med utgångspunkt från de då uppfattade förutsättningarna.

Figuren kan t ex svara mot en formell långsiktsplanering av typ budgets, men specifikationen av systemstrukturen kan också göras utifrån andra utgångspunkter och t ex gälla produktstrukturer, verksamhetsinriktning, organisationella strukturer eller andra former av relationer mellan organisation och miljö. ²⁷⁾

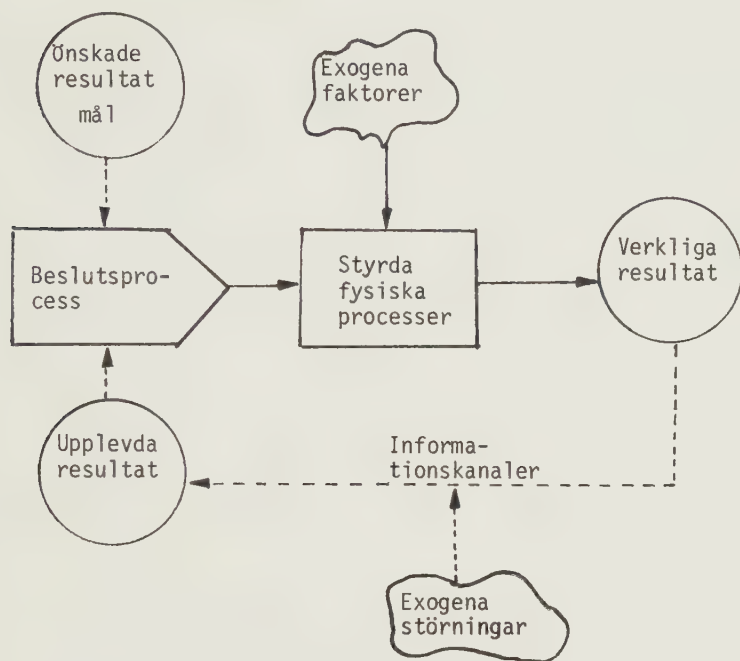
På ett års sikt kan systemavbildningar i väsentligt högre grad förväntas ske med relativt förfinade mått på de olika elementen, t ex bland olika delmått kan ev. intäkts- och kostnadsmått specificeras på olika produkter och avdelningar. På denna sikt kan vidare den externa miljön endast i mindre grad förväntas förändras - dvs orsak-verkanskapskapen är större. Normalt är vidare organisationens förmåga till förändring mindre - dvs handlingsfriheten är mer begränsad.

På den kortare sikten kan i stort den fysiska strukturen betraktas som given och förändringar i beslutsregler bör normalt kunna mätas med relativt hög grad av säkerhet.

I det senare fallet kan styrningen oftast beskrivas som kortsiktig systembevarande anpassning på basis av en jämförelse mellan planerade och verkliga resultat med möjligheter till relativt preciserad

27) Valet av beskrivningselement görs självfallet beroende av vad beskrivningen syftar till och hur förändringar inom systemet kan initieras. I sig kan bildandet av organisationsstrukturer som syftar till adaptation genom sökande inlärning verka tillsammans med olika formella styrsystem.

information av huvudsakligen historisk natur. Huvuddragen i ett sådant styrsystem framgår av nedanstående figur.²⁸⁾



Figur 3:9. Styrning genom "feed-back".

Sammanfattningsvis utgick denna tentativa uppdelning från att systemet kan ses som ett antal interrelaterade processer som styr olika flöden efter vissa värderingar eller mål. Beroende på syftet vid en viss beskrivning ges elementen och relationerna mening genom specificering av olika egenskaper hos dessa. Om denna beskrivning ska användas för styrning av framtida verksamhet är det nödvändigt att relatera den till ett antaget framtida förhållande och till en tidsdimension. *Orsak-verkankunskapen* och *handlingsfriheten* är alltså väsentligen olika, vilka påverkar representation och avgränsning

28) Figuren är hämtad från *Roberts*, "Industrial Dynamics and the design of management control processes" i Bonini et al, 1964. Delvis analoga principer skisseras av *Kriebel*, 1966. Fundamenten i "the basic cycle in management information processing" består enligt denne författare av att genom ett beslutssystem planeras vissa tillstånd, en registrering sker sedan av de verkliga tillstånden vilka bildar datainput till informations-systemet som efter en uppdatering och omarbetning bildar ett informationsinput till beslutsprocesserna.

för olika processer. *Som slutsatser gäller följaktligen att processerna i olika delar av ett styrsystem är relaterade dels till olika strukturella förutsättningar och dels till olika funktioner.*

3.3.3 Relationer mellan system och delsystem

Ett system typ organisationer kan, som framgått av tidigare avsnitt, beskrivas och delas upp ur olika synvinklar. En väg att beskriva systemet är utifrån de uppgifter som utförs av olika delar av systemet. I sådana funktionellt inriktade beskrivningar anges således delsystemen utifrån de uppgifter som är väsentliga i relation till syftet med beskrivningen.²⁹⁾

Framställningen nedan begränsas till att följa den i tidigare avsnitt utvecklade linjen av en organisation, som bestående av ett antal informationsbearbetande delar med relationer mellan de olika komponenterna (jfr 3.1). Detta innebär således en avgränsning i förhållande till andra funktioner.³⁰⁾

Från avsnitt 3.2 kunde vi konstatera att ett antal olika metoder kunde användas för att definiera delar av detta system och för att ange olika typer av relationer mellan delsystemen. För beskrivning av interdependensen mellan olika delsystem i ett system som kännetecknas av att informationsbearbetningen är decentraliserad till olika beroende delar kan *Simons*³¹⁾ ansats användas.

Simon framhåller att ett företagssystem har en inbyggd hierarkisk struktur med system som kan delas upp och beskrivas i allt noggrannare delsystem. Hierarkibegreppet anknytes till beskrivningen av system på olika beskrivningsnivåer. Simon drar vidare paralleller med problemlösning av komplexa problem; där genom uppdelning av

29) *Tex Katz & Kahn* (1966) som använder sig av a) produktionsstruktur, b) underhållsstruktur, c) gränsstrukturer mot miljön, d) adaptiva strukturer, e) styrande strukturer. *Rhenman* (1969) använder sig av a) värdesystem, b) värdestödjande system, c) skyddssystem, d) administrationssystem och e) produktionssystem.

30) *Malm* (1973) tar planeringens syfte, som utgångspunkt för definition av planeringssystemet som funktionellt delsystem.

31) *Simon*, "The architecture of complexity", *Proceeding American Philosophical Society*, 1962, December och *Simon*, 1960. Jfr också *Forrester*, 1968 och *Mesarovich m fl*, 1964.

problemet till mindre komplexa delproblem en gradvis nedbrytning sker så att delproblemen blir lösbara, vilka sedan tillsammans kan ge en acceptabel lösning av det komplexa problemet.³²⁾ En organisation kan uppfattas som ett system som löser olika problemkomplex mot under tiden förändrade målsättningar. För organisationer synes den hierarkiska strukturen kunna förklaras som nödvändig för att möjliggöra en nedbrytning av organisationens globala mål till lokala delmål för olika delar inom företaget, för att problemen ska bli hanterbara. Detta sker enligt *March & Simon*³³⁾ genom en mål-medelanalys (implicit eller explicit) i vilken de globala målen delas upp i lokala delmål, så att idealt varje enskilt subsystem eller komponents uppnående av delmålen bidrar till uppfyllelse av de globala målen. Dessa målmedelkedjor kan endast leda till ett satisfierande uppnående av de globala målen.³⁴⁾

Det är i detta sammanhang viktigt att understryka att ovanstående ses som en modell över samband mellan mål i olika delar av en hierarki, men uttrycker inte hur målen operationaliseras. *Johnsen* uttrycker sambanden med beslutsfattarens måloperationalisering enligt följande:

"The goals expressed are closely linked to the individual goal-formulator and his immediate surroundings.

Multigoal formulations are more common than single-goal formulations, and each goal is normally expressed by means of some yardstick which can also measure one or more activity elements subjectively related to the goal formulation."³⁵⁾

Medan Simon således visar att den hierarkiska målnedbrytningen används för att bilda hanterbara problemkomplex, visar *Johnsen* på att målformuleringen vid problemkomplex är relaterad till beslutsfattarens tolkning och att i allmänhet denna utmynnar i en flerdimensionell operationalisering av målen.

32) *Newell, Shaw & Simon*, 1959.

33) *March & Simon*, 1958, s 151-154, 190-193.

34) Ovan beskrivna styrning av systemet kommer således att ske genom att mål formuleras för olika delar av organisationen. Dessa utgångspunkter bildar förutsättningar för "management by objectives" beskriven av bl a *Drucker*, 1954. En praktisk tillämpning med olika organisationella submål beskrivs av *Sloan*, 1963. ("My years with General Motors").

35) *Johnsen*, 1968, s 563.

"A goal set is expressed by an arbitrary set of decision-makers in terms of an arbitrary set of desired activity states of a system in which activities are related to goals through a set of models." 36)

Interaktionen mellan mål på olika nivåer i ett system redovisas av *Simon & Ando* 37) från ett specialfall - det linjärt dekomponerbara. I detta system beter sig subsystemen på kort sikt autonomt och total-systemets beteende på kort sikt beror på de olika subsystemens karaktistika. På lång sikt kommer interaktionerna mellan subsystemen emellertid att ha en kumulativ effekt. Analogt kan en organisation betraktas som utsatt för olika typer av styrning, där i vissa fall helhetsbilden är det väsentliga, medan i andra de mer specificerade.

Metoden att beskriva system i form av olika hierarkier kan appliceras på fler än två nivåer, där systemen kan beskrivas som överlagrande system med snävare systemgränser och med beaktande av kortare tidsperspektiv på de "lägre" systemnivåerna. Sambanden mellan systemnivåerna kan beskrivas som att man via "högre" systemnivåer bestämmer riktlinjer och begränsningar för de "lägre", medan man vid den "lägre" systemnivån operationaliserar målen tolkat utifrån dessa restriktioner. 38)

Integration i system kan beskrivas dels som *vertikal integration* och dels som *horisontell integration*. Med vertikal integration avses integration mellan de olika systemnivåerna i form av fastställande av mål och begränsningar för "lägre" systemnivåer. Detta motsvaras i företagen genom att man t ex söker fastställa långsiktiga mål, flerårsplaner, budgets, månadsplaner och ev. beslutsregler. I dessa görs beskrivningarna med normalt olika beskrivningsdimensioner. Med horisontell integration avses att de olika delsystemen sökes få att interagera effektivt. På budgetnivån görs t ex avstämningar mellan försäljningskvantiteter och produktionskvantiteter. Denna

36) *Johnsen*, 1968, s 564.

37) *Simon & Ando*, *Essays on the structure of social science models*, 1963.

38) Jfr *Simon*, "The architecture of complexity" i *Proceeding American Philosophical Society*, 1962, December.

horisontella integration kan också vara av mer kortsiktig natur t ex genom detaljplanering mellan orderingång (eller korttidsprognoser) och tillverkning.

Uppdelningen av ett system i olika nivåer gör att styrprocesserna bildar en hierarkisk struktur.³⁹⁾ Detta förutsätter att de olika processerna styrs mot vissa värderingar och att följaktligen styrsystemen kan ses som stödjande delsystem för att uppnå vissa gemensamma målsättningar.

"In a hierarchical structure an ORGANIZING SYSTEM is the system whose ends or values governs and determine the behaviour of the structure."

"In a hierarchical structure INSTRUMENTAL SYSTEMS are those systems whose ends or values are determinal in such a manner as to fulfill, beside their own ends, the ends of the organizing system."⁴⁰⁾

Om vi accepterar synsättet att de olika styrprocesserna utgör delprocesser i ett vidare system följer logiskt att varje delsystem ska fylla vissa funktioner i systemet och att de kriterier resp. delsystem arbetar mot är beroende av andra delsystem inom det vidare styrsystemet och kan förändras från olika tidpunkter.

Med utgångspunkt från detta synsätt kan planering betraktas som det funktionella delsystem, som på olika nivåer genererar mål och riktlinjer utifrån vilka organisationens handlingar förbereds. Planering innefattar såväl en målgenererande process som en process som syftar till att ange lösningar för problemkomplex. För att planeringssystemet ska kunna hantera olika problemställningar krävs således ett antal olika delsystem arbetande utifrån olika strukturella förutsättningar och med olika funktioner i planeringssystemet.

39) Jfr Beer, 1972, kap. 12-13.

40) Ozbekhan, 1971, s 181.

3.4 SAMMANFATTNING, SLUTSATSER OCH IMPLIKATIONER FÖR FÖRUTSÄTTNINGEN

Utgångspunkten för detta kapitel var att formulera en referensram över egenskaper i organisationer till vilka vi kan relatera planering och senare planering genom simuleringsmodeller.

Metoden har varit:

- 1) Att från en mer generell litteratur om systemteori/analys ange begrepp, överliggande referensram och sätt att beskriva system.
 - 2) Att från olika systemmodeller över organisationer beskriva och analysera dessa från ett begränsat antal dimensioner och från materialet dra slutsatser om
 - a) dimensioner i systemet
 - b) centrala egenskaper för systemets styrning
 - c) implikationer för delsystemet planering
 - 3) Att formulera och analysera tentativa systemmodeller i syfte att definiera olika dimensioner utifrån vilka en uppdelning av delsystem kan göras.
- I. Den överliggande föreställningsramen om organisationer som angavs i första avsnittet byggde på tre interrelaterade satser från den mer generella systemteorin. I korthet utmynnade denna i en schematisering där organisationens förmåga att förändra sin struktur angavs som beroende av utformningen av ett antal informationsbearbetande delar som uttrycker syftesinriktat beteende och som dels är inbördes relaterade och dels är relaterade mot en miljö. För definition och analys av ett sådant system eller delar av detta angavs följande preciseringar som centrala:
- a) systemgränser, b) relationer, c) element och d) diagnosförutsättningar.
- II. I nästa avsnitt preciserades denna föreställningsram genom en analys av olika forskares modeller över organisationer som system. Framställningen avgränsades till att gälla modeller över det administrativa styrsystemet (3.2.1). Fem modeller som formulerats från olika utgångspunkter syntetiserades ur sju olika dimensioner (3.2.2). Från detta material gjordes olika definitioner och tolkningar (3.2.3).

I detta avsnitt redovisades således olika teorier och modeller över organisationers styrsystem. Detta innebar en konkretisering av den från systemteorin mer generella teorin. Genom att beskrivningarna ställdes upp enligt ett visst mönster gavs möjligheter till mer generella tolkningar av studierna. Först sammanfattades olika dimensioner för beskrivning av styrsystem, sedan tolkades olika centrala egenskaper för systemens styrning och från detta angavs olika implikationer för planeringssystemet. Den i avsnitt 3.1 angivna föreställningsramen fördjupades således genom att förutsättningarna för att formulera en referensram direkt relaterades till olika systemmodeller. För att formulera denna fordras emellertid en precisering av olika dimensioner över olika egenskaper.

III. I det tredje avsnittet anges ett antal dimensioner för en uppdelning:

- 1) Dimensionerna *tid, räckvidd och beskrivningsnivå* anger *strukturella villkor* inom vilka olika delar av systemet utför olika *funktioner*.
- 2) Relaterat till villkor och funktioner är de *processer* som från olika förutsättningar bearbetar och tolkar information i syfte att påverka systemets struktur.
- 3) Med utgångspunkt från att olika styrprocesser utgör delsystem i ett vidare system ställs de *kriterier* som olika delsystem arbetar mot som centrala, då en uppdelning av ett vidare system implicerar riktlinjer och begränsningar för delsystemen vilka påverkar mål- och problemformuleringar för dessa.

De implikationer för fortsättningen om planeringssystemet som analysen utmynnar i kan sammanfattas i följande punkter:

1. Delsystemet planering är det funktionella system i organisationen som syftar till att förbereda handlingar mot problem-system.
2. För att förbereda handlingar mot en föränderlig miljö krävs dels en målgenererande process dels en problemlösningsprocess. För att planeringssystemet ska ha förmåga att förändra sin struktur krävs att planeringen sker under en sök-lär-process.

3. Planeringssystemet innehåller delsystem som på olika nivåer bearbetar information för att förändra och anpassa systemets struktur mot olika tidshorisonter och där förutsättningar för problemlösning och påverkan är olika.
4. Det totala planeringssystemet når en sådan komplexitet att vi inte förstår annat än delar av detta. Användandet av en viss begreppsapparat gör det åtminstone möjligt att se det utifrån vissa referenspunkter.
5. En utgångspunkt för en distinktion mellan olika delsystem är efter dessas strukturella förutsättningar.
6. En annan utgångspunkt är efter de funktioner för systemet som ett visst delsystem avser att uppfylla.
7. De processer som utförs av ett visst definierat planeringssystem är dels beroende av strukturella förutsättningar och avsedda funktioner, dels också av de stödjande administrativa metoder som valts för att lösa problemen.
8. Uppdelningen av ett system i delsystem innebär att delsystemen arbetar mot en överliggande målstruktur. Effekterna av hur de olika processerna organiserats kan tolkas dels mot direkta målkriterier, dels mot indirekta kriterier.

KAPITEL 4. PLANERING PÅ OLIKA NIVÅER I EN ORGANISATION

- EN REFERENSRAM

- 4.1 PLANERING UR FUNKTIONELL SYNVINKEL
 - 4.2 PLANERING UR STRUKTURELL SYNVINKEL
 - 4.3 SAMBAND MELLAN DELSYSTEMEN I PLANERINGSSYSTEMET
 - 4.4 SAMBAND MELLAN PLANERINGSSYSTEM OCH MALUPPFYLLELSE -
DIREKTA OCH INDIREKTA KRITERIER
 - 4.5 SAMMANFATTNING AV REFERENSRAMEN OCH UTNYTTJANDE I
FORTSÄTTNINGEN
-

I föregående kapitel angav vi från en systemteoretisk utgångspunkt överliggande satser om organisationsbeteende (3.1), beskrev och tolkade olika systemmodeller över styrprocesser i organisationer (3.2) och schematiserade olika referenspunkter för en beskrivning av delsystem i en organisations styrsystem (3.3). Från denna bakgrund kan en referensram för planering formuleras som baseras på en generellare teoribakgrund än vad som varit möjligt om den normativt inriktade planeringslitteraturen tagits som utgångspunkt. I första hand har en begreppsapparat kunnat utnyttjas för att göra indelningar av planeringssystemet utifrån olika syften.

Tyngdpunkterna i kapitlet har lagts på att göra en indelning av planeringssystemet utifrån olika strukturella beskrivningsdimensioner. De använda begreppen ger oss nämligen en möjlighet att beskriva förutsättningar för olika delar av systemet och urskilja olika funktioner i planeringssystemet. Denna typologi utgör den bakgrund utifrån vilken simuleringsangreppssättet kommer att analyseras.

Den strukturella indelningen ger också möjligheter att beskriva sambanden mellan olika delar av planeringssystemet, vilket gör att enskilda delar kan beskrivas i ett vidare sammanhang.

Även om den strukturellt baserade referensramen utgör den för fortsättningen mest centrala delen är den inte tillräcklig för att beskriva planeringens funktioner för systemet. I det inledande avsnittet behandlas planeringssystem ur funktionell synvinkel. I detta urskiljs olika funktioner för systemet och utifrån detta beskrivs och definieras förutsättningar vid planering. Detta avsnitt avser att klargöra förutsättningarna för en integration mellan ett syftesorienterat och ett problemlösningssyftesorienterat synsätt.¹⁾

Planering behandlas vidare ur ytterligare en synvinkel, nämligen från hur valet av ett visst *system för planering* kan påverka måloppfyllelsen och vilka kriterier som kan ställas i detta sammanhang. I detta avsnitt kommer *processen vid planering* att beskrivas utifrån lösningsförutsättningar och de kriterier som kan ställas för olika delar av denna process.

Kapitlet avslutas med en sammanfattning där olika exempel på strukturella delsystem anges i systemterminologi och med en kortfattad beskrivning av hur den föreslagna referensramen användes i fortsättningen.

1) Som underströks i förordet har jag haft förmånen att samarbeta med en kollega - *Allan T. Malm*. Vi har i en gemensam rapport - "Planeringssystem - En ram för analys och kontroll", Lund 1973, utvecklat en del av våra funderingar om en referensram. Detta samarbete har såväl direkt som indirekt kunnat utnyttjas i föreliggande arbete. Direkt genom att merparten av det material som redovisas under den funktionella beskrivningen (4.1) kan hänföras till Malms arbete. I synnerhet 4.1.1 och 4.1.3 som direkt kan hänföras till hans licentiatavhandling. Särskilt värdefullt för mig har varit distinktionen mellan funktioner för systemet och funktioner i planeringssystemet.

4.1 PLANERING UR FUNKTIONELL SYNVINKEL

4.1.1 Planeringssystemets funktioner

Från utgångspunkterna att organisationer är öppna system, uttrycker syftesinriktat beteende och har förmåga att bilda olika informationsbearbetande enheter för att tolka olika slag av information från miljön (3.1), har förutsättningar getts för att identifiera huvudfunktioner för planering i företagssystemet. ²⁾

1. En av planeringens huvudfunktioner för systemet är att medverka till överensstämmelse mellan organisationens struktur och dess miljö. Då både organisationen och den miljö med vilken den har interaktion utsätts för förändringar på grund av faktorer utanför organisationens kontroll krävs en ständig adaption av dess struktur. En huvudfunktion för planeringen är således att åstadkomma en *förändringsprocess* i syfte att om möjligt förbättra organisationens adaption till miljön så att *utbytesrelationerna* blir så gynnsamma som möjligt. I termer av effektivitet kan vi här tala om *yttre effektivitet*.³⁾ (definierat som kvoten mellan miljöns värdering av en enhet av organisationens output och en enhet av dess input).
2. En annan av planeringens huvudfunktioner för systemet är att åstadkomma en struktur *inom* organisationen som skapar förutsättningar för att utnyttja företagets utbytesrelationer mot miljön. Denna process kan definieras som *samordning i vid mening*. I termer av effektivitet kan vi tala om *inre effektivitet*.³⁾ (definierat som kvoten mellan antalet enheter output och antalet enheter input).

Denna är vid en given tidsperiod beroende av dels hur resursstrukturen samordnats med hänsyn till vald förändringsstrategi, dels hur denna resursstruktur utnyttjas.

Den *totala effektiviteten* är produkten av dessa båda effektivitetsmått. Vi kan således med viss förenkling påstå att planeringens

2) Indelningen anges i *Malm*, 1973, 6.1 och 6.2 och utnyttjas i *Arwidi & Malm*, 1973, s 10.

3) Jfr *Rhenman*, 1969, s 65.

funktioner för systemet är att åstadkomma en *förändringsprocess* i syfte att bibehålla eller förbättra företagets anpassning till miljön och en *samordningsprocess* för att så effektivt som möjligt utnyttja den i varje period givna strukturen.

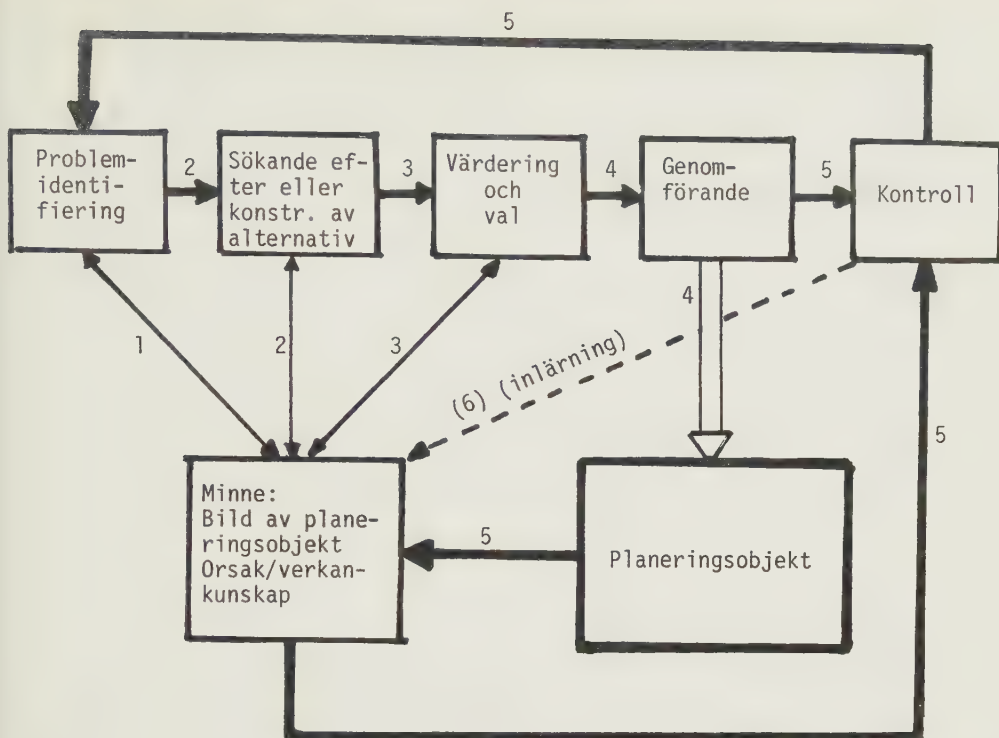
4.1.2 Planering som beslutsprocess

Den påverkan som en medveten planering av ett system innebär sker genom att olika problem i systemet identifieras. Problemen är emellertid inte givna utan snarare resultatet av en abstraktionsprocess hos beslutsfattaren.

Sättet att förstå och tolka omvärlden är avgörande för förmågan att definiera problem. Denna individuella verklighetsbild förändras successivt och är en produkt av våra tidigare erfarenheter.⁴⁾ Det är främst den grundläggande strukturen i verklighetsbilden som hjälper oss att organisera och tolka omvärlden. Nya erfarenheter kan ha olika effekter. De kan bekräfta, utveckla, förändra och radera våra tidigare uppfattningar om olika företeelser. Vår verklighetsbild är i de flesta fall intuitiv och preverbal. Den är därmed svår att förmedla till andra människor. Problemlösning innebär bl a att man systematiskt försöker utveckla en bättre bild/förståelse för det objekt man vill påverka.⁵⁾

Hur en sådan problemlösning kan se ut illustreras genom en figur av beslutsprocesscykeln.

-
- 4) Jfr *Bouldings* beskrivning av "the image"- "The subjective knowledge structure or image of any individual or organization consists not of images of "fact" but also images of "value". (1965, s, 11).
- 5) Jfr *Johnsens* (1964) beskrivning av "analyseprocessen" och hans formulering av multi-målmodeller med explicita sök- och lärmekanismer (1968). *Ramström* (1968, kap. 2) identifierar i sin analys olika delsteg från beslutsfaktorer till konstruktion av handlingsalternativ (innefattande omvandling, begränsning, förskjutning och utvidgning). *Ansoff & Brandenburg* presenterar i "A program of research in business planning" (Management Science, 1967, February) ett schema som dels innefattar tre olika typer av initiering (problem, tid och ny lösningsmetod) och dels utvidgar beskrivningen med en programmeringsfas före genomförandet. Mer konventionella beskrivningar av planeringsprocessen ger *Emery* (1969, s 131-142) och *Kotler* (1967, s 155-156) och *Steiner* (1969, s 46), *Breton & Henning* (1961) och *Branch* (1962).



Figur 4:1. Beslutsprocesscykeln.

Beslutsfattaren eller planeraren kallas *planeringssubjektet*. Det man vill påverka genom planeringen, t ex en avdelning i ett företag, betecknas *planeringsobjektet*. Vi förutsätter att det i planeringssubjektets "minne" finns en *bild eller representation av planeringsobjektet*, samt kunskap av olika slag om hur det kan påverkas. Sådan kunskap kallar vi *orsak-verkan-kunskap*. Planerarna konstruerar och värderar handlingar mot planeringsobjektet i sin bild och med hjälp av sin orsak-verkan-kunskap om det.

1. Processen initieras genom att planeraren i en viss situation identifierar ett problem i sin tolkning av planeringsobjektet.
2. Från sin kunskap om objektet söker han efter och/eller konstruerar handlingsalternativ som kan påverka problemet.

3. Alternativen värderas utifrån hur effektivt de kan antas lösa problemet och värderingen utmynnar i val av ett alternativ för genomförande.
4. Beslutet genomföres. Om det fattade beslutet är av övergripande karaktär kan genomförandet kräva en nedbrytning i ett antal beslut på lägre nivåer.
5. Förändringen i planeringsobjektet registreras och tolkas av planeraren och utfallet jämföres med den effekt som avsetts och den ursprungliga problemformuleringen (återföring).
Denna jämförelse kan leda till konstaterandet att problemet har lösts, omformulering av det ursprungliga problemet eller eventuellt att problemet kvarstår.
6. Jämförelsen mellan den avsedda effekten av beslutet och det faktiska utfallet kan också ge upphov till en annan viktig form av återföring direkt till "minnet". Själva planeringsprocessen är en viktig inlärningsmekanism genom vilken planeraren successivt kan öka sin orsak-verkankunskap om planeringsobjektet.

4.1.3 Ett vidgat planeringsbegrepp

Beslut och åtgärder kan vara mer eller mindre direkta gentemot det egentliga problemsystemet och kan initieras på olika sätt.⁶⁾

Ett problemkomplex kan exempelvis sökas lösas genom att en analys görs av problemet och på grundval av detta beslutsunderlag görs en bestämning av hur problemen ska lösas. En annan väg är att förändra förutsättningarna för problemlösning genom att t ex ändra organisationsstruktur eller genom att ge befattningshavarna ändrad information.

I det senare fallet har man således angripit de egentliga problemen genom åtgärder som *indirekt* påverkar den struktur eller kontext som de *direkta* problemlösningsprocesserna arbetar i.

6) Indelningen är hämtad från *Malm*, 1973, 5.1.

Besluten ovan kan initieras på olika sätt. Man kan tänka sig att problemen identifieras och beslut fattats i samband med en årlig genomgång av företagets strategi, produkt- och marknadsplaner enligt en viss fastställd rutin. Vi kan då tala om en *formell* beslutsprocess.

En annan möjlighet är att dessa beslut fattas successivt allteftersom någon del av företaget varseblivit och uttolkat situationen. Denna typ av beslutsprocess har *informell* karaktär.

Företagets problemsituation kan således påverkas genom åtgärder som är direkta eller indirekta gentemot problemen och som initieras genom en formell eller informell beslutsprocess.

Typ av beslutsprocess Relation åtgärd problem	Informell	Formell
Indirekt	1	2
Direkt	3	4 Det traditionella planeringsbegreppet

Figur 4:2 . Olika typer av beslutsfattande som påverkar företagets problemsituation. (Malm, 1973, s 79.)

För att i en och samma terminologi kunna diskutera olika tänkbara sätt att påverka ett händelseförlopp, behöver vi ett "vidgat" planeringsbegrepp, som täcker alla fyra rutorna i matrisen.

Vi definierar därför *planering* helt enkelt som *komplext beslutsfattande*, där man arbetar med *system av problem*.⁷⁾ Detta planeringsbegrepp omfattar således alla försök att *förbereda handlingar mot problemsystem*,⁸⁾ oavsett om besluten påverkar problemen direkt eller indirekt och oavsett om besluten fattas informellt eller inom ramen för formella rutiner. Matrisen i ovan angivna figur beskriver fyra olika sätt att organisera beslutsprocesserna.

Det *totala planeringssystemet* kan följaktligen definieras som *strukturen i det nät av beslutsprocesser som bestämmer handlandet i organisationen*.

4.1.4 Krav på en referensram - olika infallsvinklar

Det *totala planeringssystemet* kan beskrivas ur olika *synvinklar* eller i systemteoretisk terminologi, olika indelningar i delsystem kan göras.

Vi har i detta avsnitt behandlat två sådana indelningar av planeringssystemet:

1. *Funktioner för systemet.*
2. *Typer av planeringsprocesser.*

Den förstnämnda indelningen är väsentlig då vi för att bedöma *behovet av planering*, *den existerande processens effektivitet* eller *effekten av förändringar i beslutsprocesserna* behöver en modell för att beskriva *planeringens syfte eller funktion för organisationen*. Vi behöver alltså en förståelse för vad det egentligen är man vill åstadkomma genom planeringen.

Definitioner av planeringens funktioner för systemet är emellertid inte särskilt användbara om vi vill definiera delsystemets beståndsdelar, men de hjälper oss att förstå hur komplex organisationen är.

7) Ackoff använder detta begrepp i "On system - control systems" (1971, stencil).

8) Följaktligen "en plan omfattar ett system av beslut och avser att samordna dessa beslut". (Arwidt, 1971, 3:89.)

Vi kan finna en nästan oändlig mängd faktorer som påverkar var och en av processerna. De formella planeringsreglerna är naturligtvis en viktig komponent, men vi kan också peka på sådana faktorer som planerarens sätt att definiera problem, hans aspirationsnivå, hans möjligheter att kommunicera med andra i organisationen, klimatet i organisationen osv. Detta innebär att *planeringssystemet som funktionellt delsystem blir "unthinkable"*, dvs vi kan inte fullständigt definiera dess innehåll. (Jfr 3.3).

Vad gäller *typer av planeringsprocesser* har vi angett ett schema för olika slag av sådana processer. Detta anger att problem kan initieras och lösas på olika sätt. Effekterna av olika sätt att behandla problem förändras över tiden. Vid utvecklingen av olika planeringsinstrument bör man således vara medveten om att dessa ligger inbäddade i ett *komplext socialt system*, där det förekommer *inlärningseffekter* av olika slag.

Medan schemat över olika planeringsprocesser anger *en terminologi för karakteristik av en enskild process* ger den ingen information om processernas förutsättningar eller dess funktioner i planeringssystemet.

För att kunna *analysera planeringssystemet och få en överblick av dess struktur* krävs att villkoren för olika planeringsprocesser definieras och att olika funktioner i planeringssystemet urskiljs. Vi skall i nästa avsnitt analysera *planeringssystemet ur strukturell synvinkel genom att definiera ett antal planeringsnivåer utifrån ett antal beskrivningsdimensioner*.

4.2 PLANERING UR STRUKTURELL SYNVINKEL

För att definiera olika situationer eller förhållanden krävs *begrepp* som gör det möjligt att urskilja delarna i en helhet och som möjliggör klassificeringar av de olika delarna.

En central del av *en typologi* är således de *dimensioner* utifrån vilka en indelning av det vidare systemet görs. Om dessa har dålig beskrivningsförmåga påverkas identifikationsmöjligheterna av enskilda delar och möjligheterna att få en helhetsbild över systemet försvåras. Indirekt påverkar de valda beskrivningsdimensionerna möjligheterna att använda beskrivningsmodeller för diagnos av system. Således bygger användbarheten av en typologi på den utvecklade *taxonomi*.

Om en typologi gör anspråk på att innehålla mer än en klassindelning måste också relationerna mellan de olika delarna i typologin kunna anges. Vi kan benämna en sådan mer välutvecklad *typologi* för *referensram*.

Nedan görs först en kortfattad karakteristik av olika typologier eller referensramar över planeringssystemets struktur och därefter anges de dimensioner som bildar utgångspunkter för den strukturella indelningen. Från dessa förutsättningar beskrivs närmare den föreslagna strukturella indelningen. Denna bildar i sin tur förutsättningar för en analys mellan de olika delarna i planeringssystemet.

4.2.1.1 Typologier i sammandrag

En gemensam utgångspunkt för nedan sammanfattade typologier har varit att de formulerats utifrån ett *designsyfte*. Olika infallsvinklar har påverkat olika avgränsningar och definitioner av planeringssystemets delar.

Anthony (1965) avgränsar sin beskrivning till att gälla det formella planeringssystemet med följande motivering:

"And since the basic reason for our interest in planning and control systems is to design better ones, we shall tend to think in terms of formal systems - those whose structure is visible and whose operation has explicit authorization. However, we shall not overlook the ways in which informal

systems impinge on formal systems and thereby affect the planning and control processes." 9)

Anthony's indelning görs med utgångspunkt från syften vid olika planeringsnivåer.

"Operational control is the process of assuring that specific tasks are carried out effectively and efficiently."

"Management control is the process by which managers assure that resources are obtained and used effectively and efficiently in the accomplishment of the organization's objectives." 10)

"Strategic planning is the process of deciding on objectives in the organization, on changes in these objectives, on the resources used to attain these objectives, and on the policies that are to govern the acquisition, use, and disposition of these resources."

Anthony använder bland annat följande dimensioner för att karakterisera de olika nivåerna: "Focus of plans", "complexities", "degree of structure", "nature of information", "mental activity", "source discipline" och "time horizon". 11)

Ansoff (1965) tar företaget som resursomvandlare som utgångspunkt för en karakteristik.

Den *strategiska planeringen* skall välja den produkt-marknadskombination som optimerar företagets långsiktiga avkastningspotential.

Resursplaneringen skall ge företagets resurser en sådan struktur att en "optimal" resurspotential skapas.

Operativ planering skall maximera effektiviteten av den löpande verksamheten.

För att karakterisera beslutsnivåerna använder Ansoff bland annat följande dimensioner: "Problem", "nature of problem", "key decisions" och "key characteristics". 12)

Starr 13) indelar planeringsaktiviteter i relation till företagets resurser. Starr delar in planeringsaktiviteter i tre nivåer. Plane-

9) Ansoff, 1965, s 8.

10) Anthony, 1965, s 18, 17 och 16.

11) Anthony, 1965, s 19.

12) Ansoff, 1965, s 8.

13) Starr, Planning Models i Management Science, 1966, nr 4.

ringen på nivå 1 kännetecknas av att planeringen avser förändringar i företagets resursstruktur och strategier formuleras utifrån olika förutsättningar. Planeringen på nivå 2 definieras som restriktiv i relation till resurser och sker inom en fastställd strategi. Planeringen på nivå 3 definieras som policystyrd och kännetecknas av en repetativ metodologi.

Printz (1971) tar som utgångspunkt för sin typologi olika ledningsfunktioner i systemet. Som konsekvens av *Printz*' indelning kommer graden av handlingsfrihet för de olika ledningsnivåerna att successivt minska. *Printz*' typologi utmynnar i tre nivåer; strategisk, taktisk och operativ.

Printz visar i sin typologi på att beslutsprocesserna får en annorlunda karaktär och att informationsbehovet är olika på de olika nivåerna.

Steiner (1969) tar tidsfaktorn som utgångspunkt för en indelning av tre olika planeringstyper. Detta leder till att planering indelas efter de tidshorisonter mot vilka planerna ställs.

Medan ovannämnda typologier utmynnat i indelningar av planeringssystemet i olika nivåer, redovisar *Ackoff* (1969) och *Emery* (1969) enbart olika karakteristika för att särskilja mellan olika typer av planering. *Ackoff* särskiljer dock mellan den mer strategiskt inriktade planeringen och den mer taktiska. Han använder följande dimensioner för att särskilja dessa:

- a) planeringens tidsmässiga effekter och dess reversibilitet
- b) planeringens omfång över organisationens olika funktioner
- c) målformulerande eller måluppfyllande.

Emery (1969) särskiljer olika typer av planering som delar i ett hierarkiskt system. *Emery* använder beskrivningsdimensionerna; omfång, aggregationsgrad och tidshorisonter för beskrivning av olika typer av planering. Han förespråkar en iterativ planeringsprocedur, där målsättningar på en lägre nivå relateras till överliggande mål.

I *sammanfattning* kan konstateras att då en indelning gjorts i syfte att kategorisera de olika nivåerna har denna utmynnat i tre katego-

rier i alla fall utom ett, där två huvudtyper har angetts. De använda beskrivningsdimensionerna har i några fall hämtats från uppfattningar om vilka särdrag som kännetecknar planeringsprocesserna och problemlösningsmetodologin. I andra fall har någon eller några dimensioner om de strukturella förutsättningarna för planering lagts till grund för indelningen. De frågeställningar som här upplevs som väsentliga är om dimensionerna dels kan användas för att logiskt särskilja mellan olika delar i en helhet, dels vilka förklaringsvärden de har för att förstå hur de olika delarna bildar en helhet. Denna frågeställning besvaras här tentativt genom formulering av en referensram över planeringssystemets struktur.

4.2.1.2 Utgångspunkter för en karakteristik

De allmänna krav som ställs är att nivåerna eller delsystemen skall vara så entydigt definierade som möjligt och att summan av delsystemen ska ge helheten. De olika delsystemen i den strukturella indelningen bildar således de gränser inom vilka olika delar, definierade efter element och relationer, kan identifieras. (Jfr 3.2.2.)

En annan utgångspunkt har varit att beskrivningsdimensionerna ska väljas utifrån logiska indelningsgrunder. Sådana dimensioner har använts i den tidigare analysen av olika delsystem (3.2 och 3.3). I den mer generellt inriktade systemlitteraturen¹⁴⁾ finner vi också olika karakteristika av typ beskrivningsnivå, tidshorisont och omfång. (Jfr kap. 3.3.) I detta sammanhang har en nivåuppdelning av planeringssystemet utgjort basen för den strukturella indelningen. Vi kommer att skilja mellan *strategisk planering* (SP), *resursplanering* (RP) och *operativ planering* (OP).

En förutsättning för beskrivningen av typologin är att *de strukturella villkoren* är olika för de olika typerna av planering, vilket ger upphov till *olika typer av problemlösning* och *olika typer av planer*. Detta leder till att *olika funktioner i planeringssystemet kan definieras*.

14) I Mesarovich, et al, 1970 "Theory of hierarchical multilevel systems" karakteriseras dels olika hierarkier och dels ges en analys av skillnader mellan olika nivåer i hierarkier.

De strukturella förutsättningarna eller villkoren kan beskrivas utifrån följande dimensioner:

- 1) Planeringens tidsmässiga konsekvenser.
- 2) Planeringens omfång (räckvidd).
- 3) Beskrivningsnivå.

Ovannämnda tre dimensioner har vi visat från schematiseringen av förutsättningar för olika styrsystem (3.3.1). Dessa processer är vidare beroende av (jfr 3.3.2):

- 4) Grad av handlingsfrihet.
- 5) Orsak-verkankunskap om planeringsobjekten.

Graden av handlingsfrihet definieras som det möjliga handlingsfält, som i en given planeringssituation begränsas av dels överliggande mål och planer, dels av möjligheten att i den aktuella problemsituationen förändra planeringsobjektets struktur.

Orsak-verkankunskap avser förståelsen över hur olika åtgärder påverkar ett planeringsobjekt och med vilken säkerhet effekten av olika åtgärder kan bestämmas. Denna sammanhänger alltså dels med den tidshorisont mot vilken effekter kan bedömas, dels med planeringens omfattning och möjligheterna att i planeringssubjektets bild av planeringsobjektet ta hänsyn till olika egenskaper.

De olika villkoren ger i sin tur upphov till olikheter i problemlösningssprocesserna, vilket beskrivs utifrån:

- 6) Typ av problemlösning.

De olika planeringsprocesserna resulterar i planer av olika karaktär, vilket beskrivs utifrån

- 7) Typ av plan.

Samtliga beskrivningsdimensioner anger relativa egenskaper och kan inte fixeras till punkter på en skala.

Från dessa utgångspunkter beskriver vi steg för steg de delar som bildar referensramen över planeringssystemets struktur.

4.2.2 Strukturella förutsättningar för olika typer av planering

4.2.2.1 Planeringens tidsmässiga konsekvenser

Alderson har uttryckt följande satser om organisationers handlingsfrihet i relation till nutid och framtid:

"An organized behavior system is closed in terms of current operations (all finite sets are closed) - An organized behavior system is open in terms of plans for future operations (plans involve the possibility of new goals, new techniques, new inputs, new members)".¹⁵⁾

Avseende tidsaspekten kan alltså planering uppfattas som skapandet eller förändring av ett system i rörelse.¹⁶⁾ Planerna kan därför ur tidshänseende ses som ett medel för att binda samman de ansträngningar som görs för att uppnå vissa mål och omvänt skulle en verksamhet utan planer innebära ett arbete utan möjligheter att bedöma utfall i förväg.¹⁷⁾

Om vi renodlar *Aldersons* synsätt, kan alltså ett företag betraktas som ett system, vilket kontinuerligt utsätts för störningar från omgivningen. Sett ur ett tidsperspektiv anpassar företaget sin struktur så att tillståndet i nuläget är en ögonblicksbild av ett system i förändring, där å ena sidan tidigare förändringar lett till tillståndet och å andra sidan planer och framtida mål anger riktlinjer för framtida förändringar.¹⁸⁾

Sett över en tidsaxel kan alltså en organisations olika tillstånd beskrivas som en serie positioner där tidigare fattade beslut påverkar kommande positioner.¹⁹⁾ Vid dessa tidpunkter har alltså olika val

15) *Alderson*, 1965, s 48.

16) Jfr *Alderson*, 1957, s 430.

17) Jfr *Alderson & Green*, 1964, s 73.

18) Jfr *Chamberlain*, 1968, kap. 1.

19) *Söderbaum* (1973) använder positionsanalys för att beskriva och förklara fenomen vid beslutsprocesser och anpassning. Förutom att en begreppsapparat utvecklats kan olika typer av bindningar mellan olika beslutsprocesser identifieras och förklaras. *Söderbaum* delar upp besluten i långsiktiga (LS), mellansiktliga (MS) och kortsiktiga (KS). *Söderbaum* kan med användande av denna bild av beslutssystemet definiera olika lösningar och ange samband mellan olika situationer.

gjorts mellan alternativa handlingar.²⁰⁾ Dessa val påverkas och är beroende av störningar i organisationens miljö.

En grov indelningsgrund för störningar i miljön är i cykliska störningar och förändringar utan återgång.²¹⁾ Med de förra avses sådana störningar som kan uppfattas som variationer kring ett över en längre period någorlunda konstant medelvärde, med de senare sådana miljöförändringar som kräver en förändring av organisationens struktur.

För att möta dessa störningar i miljön krävs vissa egenskaper i organisationen, vilka kan sammanfattas i termerna *flexibilitet* och *generalitet*.²²⁾ Med flexibilitet avses i detta sammanhang förmågan att ändra systemstruktur och generalitet förmågan att bilda organisationsstrukturer som med få ändringar kan möta olika former av miljöförändringar.

Avseende framtida miljöförutsättningar riktas planeringen mot olika tidshorisonter och där tiden för planeringen (svarstid) varierar.²³⁾

I grova drag kan detta beskrivas enligt följande:

- a. För den kortsiktiga anpassningen krävs en viss flexibilitet inom organisationen för att möta olika former av störningar i miljön. Genom

20) Cohen & Cyert (1965, s 312-317) framhåller som en huvudpunkt att en plan ska användas för att välja bästa möjliga beslut för närmaste period med utgångspunkt från då tillgänglig information. Cohen & Cyert grundar sitt påstående på bl a följande:

1. Information och framtida utfall kan aldrig bestämmas med säkerhet utan
2. Information om framtiden blir såväl billigare som mer tillförlitlig ju närmare vi når den (framtiden) och
3. Planeringsaktiviteter har en kostnad som påverkar vinsten.

21) Jfr Rhenman, 1969, kap. 2.

22) Jfr Emery, J., 1969, s 102, Emery & Trist, "Socio-Technical Systems" i F. Emery, 1969 och Thompson, 1967. Gailbraith, "Solving Production Smoothing Problems" i Management Science, 1969, August, diskuterar i en annan terminologi olika strategier för att handskas med olika störningar och indelar dessa i oberoende och koordinerade för olika tidshorisonter.

23) Se t ex Koontz, O'Donnel, 1964, Chamberlain, 1968 och Steiner, 1969, kap. 2. Emery, J. analyserar något utförligare relationerna mellan svarstid och planeringshorisont (Emery, J., 1969, s 100)

att använda olika beslutsregler för löpande försäljnings-, lager-, tillverknings- och inköpsbeslut kan en organisation kortsiktigt anpassa sig efter miljöförändringar. Ett gemensamt drag för dessa typer av beslut är en kort svarstid och planeringshorisont.

- b. En långsiktigare anpassning nås när organisationen planerar resursanvändningen över en längre tidsperiod. I företag görs ofta denna resursplanering på ettårsperioder och budgeteringen används som instrument för att bedöma hur olika resurser ska utnyttjas. En beteckning för denna typ av planering är resursstyrd planering då man förutsätter att resurserna är givna inom vissa intervaller. Denna form av planering kan också göras löpande under året och motsvarar då närmast en rullande ettårsbudget. Utmärkande för denna planering är alltså såväl en längre svarstid som planeringshorisont än i det förra fallet.
- c. En tredje typ av planering sträcker sig över längre tidsperioder och är inriktad på långsiktiga förändringar i miljön. Denna typ av planering är den mest framtidsinriktade, då den avser att förbereda företaget för olika långsiktiga förändringar i dess struktur. Normalt innebär det en lång tidsperiod mellan initiering och beslutspunkt. I allmänhet är också planeringshorisont och prognostid relativt långa.

Med planeringens tidsmässiga konsekvens avses den tidshorisont, mot vilken effekterna av planeringen antages ha inverkan. Det centrala är alltså om genomförandet av planeringen har lång- eller kortsiktiga effekter.

Således kan den planering som är av strategisk karaktär och som anger riktlinjer för verksamheten i stort (SP) sägas ha långsiktiga konsekvenser, då de fattade besluten oftast kommer att påverka organisationens framtida handlingsmöjligheter för en relativt lång tid (i allmänhet över flera år). Dess motsats är den kortsiktiga planeringen, t ex kortsiktig produktionsplanering med inplanering av beläggning av produkter på maskiner, planering för beställning och lagerhållning av olika produkter (OP). Kännetecknande för denna senare typ av planering är att det enskilda beslutet har en relativt kort tidsmässig konsekvens (i allmänhet högst några månader). I organisationer finns också planer som görs i tidsperioder, t ex budgets över ettårs- eller flerårsperioder (RP) och vidare en planering som möjliggör en viss rutinisering av olika återkommande beslut

och vars giltighet provas efter olika tidsintervaller eller om någon förändring antages ha inträffat, t ex olika produktkalkyler och interna avräkningspriser (RP). Dessa båda senare kategorier av formell planering exemplifierar planering med konsekvenser över en begränsad tidsperiod (som tenderar att ligga närmare ett år än en månad).

Bedömning av olika investeringsalternativ (RP) kan inte entydigt hänföras till någon av ovannämnda kategorier. Dels är denna planering beroende av den strategi som anges i den långsiktiga planeringen, dels varierar livslängden starkt för olika investeringsobjekt. Investeringsbedömning kan i huvudsak hänföras till planering med långsiktiga konsekvenser, där dessa dock initieras och bedöms inom vissa givna riktlinjer genererade från den strategiska planeringen.²⁴⁾

4.2.2.2 Omfång

Med planeringens omfång avses hur stora delar av ett visst system (t ex en organisation) som påverkas av en viss planeringsprocess.

Om en planeringsprocess avser att ge effekter över systemet som helhet, kan således planeringens omfång definieras som stort. Så har t ex en planering som syftar till att formulera övergripande målsättningar och riktlinjer för en organisation stort omfång för detta system (SP). Fokuseras däremot planeringen mot bestämda delproblem, som vertikalt utgör mindre delar av ett övergripande system, kan planeringens omfång definieras som litet. T ex kan planeringen av utnyttjandet av en viss produktionsresurs under en kortare tidsperiod, eller lagerhållningen av en bestämd produkt, sägas vara exempel på planering med litet omfång (OP).

Mellan extrempunkter med planering som avser att ge effekter över ett helt system och planering som enbart avser effekter i samband med problem i anslutning till enskilda operationer finns olika mellanformer, t ex planering av användandet av ett visst kapital, planering av ett antal olika operationer för en avdelning i produktion eller för-

24) Detta innebär inte att investeringsförslagen genererats av ledningsgruppen, utan dessa kan genereras från olika nivåer i organisationen (Se *Bower*, 1970). Abstraktionen av planeringssystemet ur strukturell synvinkel är alltså inte relaterad till hur organisationen är uppbyggd.

säljning (RP). Denna typ av planering avser alltså antingen någon separat definierad aspekt av organisationen som helhet eller en planering som ger en övergripande ram för en del av organisationen. Sammanställningar av resultatbudgeten omfattar i och för sig hela företaget, men bedrivs inom ramen för en vidare strategisk planering.

Med användande av systembegrepp (3.1) kan vi karakterisera de olika planeringstypernas omfattning enligt följande:

OP avser separat definierade delsystem där de behandlade relationerna kan betraktas som relationer i avgränsade delsystem.

RP avser samordningen mellan delar av ett system där de behandlade relationerna kan betraktas som interrelationer mellan delsystem mot en omgivande miljö.

SP avser systemets anpassning till en miljö och där de behandlade relationerna kan betraktas som långsiktiga föränderliga relationer mellan system och miljö.

4.2.2.3 Beskrivningsnivå

Planeringssituationerna skiljer sig också från varandra vad beträffar den beskrivningsnivå vid vilken abstraheringar (representationen) av planeringsobjekten kan göras, dvs med vilken aggregationsgrad som planeraren arbetar i sin bild av planeringsobjekten. Aggregationsgraden ger uttryck dels för mängden av medtagna variabler och dels för hur många dimensioner av dessa som medtages i beskrivningen.

För planering med stort omfattning är beskrivningsnivån i allmänhet hög, dvs man arbetar med ett antal aggregerade variabler uttryckta i ett begränsat antal dimensioner. Om t ex planeringen avser förändringsproblem som har samband med verksamhetens inriktning i stort (SP) måste med nödvändighet en begränsning av antalet variabler ske, samtidigt som dessa uttrycks som aggregerade storheter. För planeringsproblem med mindre omfattning över organisationen och över kortare tidsperioder är det däremot möjligt att göra en relativt sett noggrannare beskrivning, där variablerna uttrycks i fler dimen-

sioner än vad som är möjligt i förra fallet. Exempel på planering vid låg beskrivningsnivå kan vara kortsiktig produktions- och lagerplanering (OP).

Mellan olika ytterlighetssituationer finns typer av planering, där antingen huvudsakligen en begränsning av antalet påverkande variabler har gjorts, t ex investeringsbedömning (RP), eller begränsningen i huvudsak har skett genom att variablerna uttryckts i ett fåtal dimensioner på relativt hög aggregationsgrad, t ex budgets (RP).

4.2.2.4 Grad av handlingsfrihet

Handlingsfriheten i olika planeringsprocesser i en organisation påverkas dels av yttre miljöfaktorer, dels av inom organisationen formulerade mål, normer och överordnade planer. Här avser vi det handlingsfält, som är beroende av inom organisationen formulerade riktlinjer och planer. ²⁵⁾

Så är exempelvis den kortsiktiga planläggningen av en viss maskinläggning (OP) beroende av den mer långsiktiga planläggning som gjorts för kapacitetsutnyttjandet av olika produktionsanläggningar t ex årliga produktionsplaner (RP).

Dess motsats, planering med hög handlingsfrihet, är den typ av planering som snarast riktar sig mot att planera organisationens inriktning och "profil" gentemot yttre miljö (SP). Denna senare typ kan alltså definieras som planering under hög handlingsfrihet.

Den resursvärderande och samordnande planering, typ budgetering, investeringsbedömning och kalkylering (RP) som sker inom ramarna för de i den förra kategorin uppdragna riktlinjerna, kan följaktligen definieras som planering under begränsad handlingsfrihet och ger i sin tur begränsningar för den mer detaljerade planeringen av delar inom organisationen (OP).

²⁵⁾ Som framgått av tidigare hänvisning (4.2.2.1) har *Söderbaum* genom positionsanalys härlett olika typer av tidsmässiga läsningar. Från en annan aspekt - ledningsfunktioner - har *Printz* analyserat och beskrivit handlingsfrihet på olika planeringsnivåer. (Printz, 1971). Begreppet handlingsfrihet har använts av *Gavatin* (1973) som kriterium för bedömning av planeringseffekter.

4.2.2.5 Orsak-verkankunskap

Med orsak-verkankunskap avses förståelsen över hur olika åtgärder påverkar ett planeringsobjekt.²⁶⁾

Om konsekvenserna av olika åtgärder kan bestämmas med hög grad av säkerhet definieras orsak-verkankunskapen som hög. Ett tänkt exempel på en sådan orsak-verkankunskap är produktionsplaneraren, som exakt vet vilka produktvarianter som kan tillverkas vid en viss tillverkningsprocess, hur lång tid varje enhet tar att tillverka samt hur långa omställningstiderna är mellan olika serier (OP). Om däremot konsekvenserna av olika åtgärder är svårbestämbara och beroende av en mängd olika svårdefinierbara faktorer och dessutom sökes bedömas i ett längre tidsperspektiv arbetar planeraren utifrån andra förutsättningar. Om t ex planeringen avser organisationens långsiktiga relationer till en extern miljö är antalet påverkande faktorer många (SP), varför en precisering av konsekvenser är svår att göra samtidigt som en rad olika dimensioner kan vara intressanta vid planeringen, t ex tillväxt, strukturförändringar, förändringar i teknologi. Denna senare typ av planering är alltså av mer problemformulerande karaktär och inriktad på att vidga förståelsen om olika orsak-verkansamband.

Medan vi i vårt första exempel har en sådan informationskvalitet att besluten i stor utsträckning kan vara programmerbara (dvs handlingsregler kan på förhand bestämmas) har vi i det senare fallet exempel på oprogrammerbar planering, där själva processen att samla in och tolka information är av avgörande betydelse. I det förra fallet kan ofta matematiska modeller direkt användas för att planera olika typer av beslut. I det senare fallet kan dessa (t ex matematiska programmeringsmodeller och simuleringsmodeller) i allmänhet enbart vara stödjande vid planeringen och förutsätter en tolkning av såväl information till modellen som en tolkning av modellens utsagor, samtidigt som problemen enbart partiellt kan behandlas i kvantifierad modellform.

26) I ett annat sammanhang - Den medicinska beslutsprocessen - har *Borgquist & Holmberg* (1970, s 297) angivit olika steg i kunskapsutvecklingen där orsak-verkankunskapen ses i relation till olika stadier av problemlösningsbeteendet.

Mellan extrempunkter som helt oprogrammerbar planering och planering, som syftar till att på förhand programmera olika beslut, finns en mängd olika mellanformer, t ex budgetering (RP) där orsak-verkansamband belyses med hjälp av en programstomme eller löpande investeringsbeslut i en maskinpark, som kan göras utifrån vissa riktlinjer.

Således kan konstateras att orsak-verkankunskapen om planeringsobjekten kommer att vara av central betydelse för problemlösningsprocesserna, t ex val av modell. Vidare att de olika kunskapsförutsättningarna resulterar i planer av delvis annorlunda innebörd. Så kommer de planer som formuleras på SP-nivån att bygga på förutsättningar av hypoteskaraktär vilket leder till att dessa anger grova inriktningar som successivt måste omprövas, medan planer på OP-nivån i allmänhet kan formuleras med större grad av säkerhet och förutsättningarna i större utsträckning kan tas som givna.

4.2.2.6 Sammanfattning av strukturella förutsättningar

Inledningsvis underströks att de valda beskrivningsdimensionerna anger relativa och ej fixerade egenskaper, som tolkas i ett visst sammanhang.

Tidsmässiga konsekvenser är beroende av olika tröghetsförhållanden och möjligheter att göra successiva anpassningar.

Systemets omfång kan definieras utifrån olika utgångspunkter t ex för en organisation eller en avdelning inom denna och för vardera av dessa system kan planeringens omfång ses i relation till en helhet kontra en enskild uppgift.

Beskrivningarna vid de olika nivåerna behöver inte följa fixerade aggregationsgrader, utan görs bland annat beroende av valt angreppssätt vid beskrivningen av planeringsobjektet.

Grad av handlingsfrihet är beroende av organisationsform och miljöförutsättningar.

Orsak-verkan-kunskapen skiftar mellan olika uppgifter inom organisationen. Det är t ex möjligt att de mer långsiktiga effekterna vad beträffar olika tillverkningsalternativ kan bedömas utifrån ett säkrare underlag än kortsiktiga val av annonsmedia.

Avseende strukturella villkor för olika planeringsnivåer kan vi sammanfatta beskrivningen genom en tabell där varje nivå karakteriseras utifrån var och en av de valda beskrivningsdimensionerna.

Strukturellt villkor Planeringsnivå	Planeringens tidsmässiga konsekvenser:	Normal beskrivningsnivå av planeringsobjektet:	Planeringen avser:	Handlingsfrihet: (inom systemet)	Information om system:
Operativ planering	Korta, (dag, vecka, månad)	Låg	Separat avgränsade delsystem	Låg - präglas av en befintlig struktur och överordnade planer	Kan fastställas med relativt hög grad av säkerhet
Resursplanering	Medellånga eller periodberoende (i allmänhet på årsbasis)	Aggregerad	Samordning av delsystem mot en miljö	Varken låg eller hög - samordning av resursförändringar sker inom ramen för vissa riktlinjer	Kan fastställas med begränsad säkerhet
Strategisk planering	Långa - (fler-åriga)	Relativt hög	Anpassning mellan system och miljö	Hög - inriktas på överordnade normer och anpassning av systemstruktur till miljö	Präglas av stor osäkerhet

Figur 4:3. Planeringsnivåernas strukturella villkor.

4.2.3 Typ av problemlösning

De olika strukturella förutsättningarna kommer att på olika sätt påverka problemlösningsprocesserna på de olika nivåerna.

Den strategiska nivån har vi karakteriserat i termer av relativt långa tidsmässiga konsekvenser, stort omfång, hög beskrivningsnivå, hög inre handlingsfrihet och låg orsak-verkankunskap. Den strategiska planeringen arbetar således utan såväl 'givna' mål som 'givna' alternativ samtidigt som konsekvenserna av de olika åtgärderna är svårbestämbara. Planeringen får här karaktären av *designproblem*, där olika alternativ konstrueras och bedöms utifrån hur effekterna av dessa påverkar systemet som helhet och där adaptionen för systemet på lång sikt är centralt.

Karakteristiskt för problemlösningen är följaktligen den *sökprocess* som leder till att nya problem identifieras och den *inlärningsprocess* som gör att effekterna av olika alternativ för organisationen kan bedömas. Denna typ av problemlösning kan benämnas *heuristisk i vid mening*.²⁷⁾

Resursplaneringen kan vi relativt den strategiska nivån karakterisera utifrån att tidshorisonten i allmänhet är kortare, planeringsobjektens omfång mer begränsade, beskrivningsnivån lägre, handlingsfriheten är mindre samt orsak-verkankunskapen större. Resursplaneringen arbetar alltså inom vissa ramar och riktlinjer som begränsar handlingsfältet och ger normer för värdering. Problemen är alltså relativt sett lättare att identifiera samtidigt som konsekvenser av olika åtgärder kan fastställas med större grad av säkerhet. Denna typ av planering blir, framförallt vad beträffar den formella planeringen, alltså av mer *värderande* och *resursmätande* karaktär och där konsekvensmätningarna för den formella planeringen, kan göras efter vissa mönster, t ex vid investeringsbedömning, budgetering och kalkylering.

27) Beer (1972, s 69) beskriver heuristik "in dealing with unthinkable systems it is normally impossible to give a full specification of a goal, and therefore impossible to prescribe an algorithm. But it is not usually too difficult to prescribe a class of goals, so that moving in some direction will leave you better off (by some definite criterion) than you were before. To think in terms of heuristics rather than algorithms is at once a way of coping with proliferating variety. Instead of trying to organize in full detail, you organize it only somewhat; you then ride on the dynamics of the system in the direction you want to go."

Vid operativ planering är i allmänhet tidshorisonten relativt kort, planeringsobjektens omfång litet, beskrivningsnivån låg, handlingsfriheten relativt låg samt orsak-verkankunskapen hög. Planeringen kan därför sägas ske utifrån relativt väl definierade förutsättningar, där problemen är direkt relaterade till företagets löpande verksamhet. Problemlösningen kan i stor utsträckning sägas vara baserad på *kombinatorik* med begränsat antal möjliga åtgärder, där den kombination av åtgärder som förväntas ge högst effektivitet söks. I många fall kan vid den formella planeringen olika *algoritmer* direkt användas i planeringen. (T ex nätverk, analytiska lagermodeller).

Från skillnader i olika strukturella villkor kan konstateras att möjligheterna att direkt planera mot ett problemkomplex är störst på den operativa nivån, medan den indirekta planeringen av förberedande slag kan vara väsentligast på den strategiska nivån. Möjligheterna att direkt formalisera planeringen är också i allmänhet störst på den operativa nivån.

4.2.4 Typ av plan

Om vi vidare betraktar de planer som de olika processerna resulterar i är det möjligt att urskilja vissa principiella olikheter.

Vid den strategiska nivån formuleras riktlinjer, strategier och mål för organisationen. Dessa anger den struktur inom vilken organisationen antages fungera, men i allmänhet inte hur olika handlingar skall utföras (t ex produkt/marknadsmatriser anger endast företagets inriktning i stort).

Den värdering och mätning som sker på den resursplanerande nivån syftar till att närmare precisera och utforma planer inom de vidare riktlinjerna och resulterar i 1) en dimensionering av resurserna, 2) planer för hur dessa skall utnyttjas och 3) olika operationella mål. (T ex i den formella planeringen genom investeringsbedömning, olika budgets och kalkyler).

Vid den operativa nivån formuleras planer och regler för den löpande verksamheten. Dessa planer utgör alltså förutsättningar för genomförandet av aktiviteter och anger med varierande specifikationsgrad olika

instruktioner för hur problem i samband med den löpande verksamheten skall lösas. (T ex kan den löpande lagerplaneringen utformas antingen genom att ange målsättningar för beslutsfattaren eller genom att tillhandahålla olika algoritmer för beräkning av beställningspunkter och beställningsnivåer.)

De så formulerade planerna kommer på olika sätt att verka som program som överför handlingsmönster till implementering. Nedan exemplifieras detta genom tre 'typfall' av program:

- a) program i form av programmerade beslut
- b) program av typ budget
- c) program för mer långsiktig utveckling

- a) *Simon* har från *uppställandet av modeller* formulerat en definitions-kedja på programbegreppet: 28)

"1) Construct a mathematical model... 2) Define the criterion function... 3) Obtain empirical estimates... 4) Carry through the mathematical process of finding the course of action which, for the specified parameter values, maximizes the criterion function. In any decisionmaking situation where we apply this recipe successfully, we have, in fact, constructed a *program* for the organization's decisions. We have either annexed some decisions that had been judgemental to the area of programmed decision making, or we have replaced rule-of-thumb-program with a more sophisticated program."

I ovanstående definitionskedja läggs huvudvikten vid att formalisera en modell för att nå bättre beslutsregler och komma närmare ett optimalt handlande.

- b) Ett i budgetsammanhang använt begrepp är *programbudgetering*. Innebörden av denna form av program återspeglas i analys och debatt om denna typ av budgetering. Som framgår av nedanstående citat är innebörden här endast delvis överensstämmande med de tidigare relaterade:

"Programprincipen. Den tar fasta på varför en viss verksamhet bedrivs, alltså dess syfte eller ändamål. Verksamheten indelas efter ett antal sådana ändamål och en sådan verksamhetssektor betecknas

28) *Simon*, 1965, s 71. Jfr också *Newell, Shaw & Simon*, "Elements of a Theory of Human Problem Solving Program", *Psychological Review*, 1958, s 151.

som program... Men vid programklassificeringen - som alltså sker vid programbudgeteringen - används klassificeringen även för en indelning av verksamheten som sådan ("processen") i program som primärt är output-inriktade." 29)

En central punkt i denna planering är möjligheterna att analysera relationerna mellan output och resursinsats, dvs någon form av "effectiveness" mått som ställer graden av måluppfyllelse i relation till kostnaderna. Avsikten med denna typ av budget är alltså att skapa förutsättningar för rationella val. 30)

c) En tredje typ av program finner vi beskrivet av *Ackoff* och *Alderson*.

"Program, an ordered set of interrelated decisions, generally more complex than a procedure, directed toward a specific (usually long-run) objective that is pursued only once; for example, a diversification or building program." 31)

The term program applies to the specification of steps to be taken to reach the desired objectives. 32)

Denna typ av program skiljer sig från de båda övriga genom dess karaktär av "engångsplanering" för ofta långsiktiga beslut. Beslutsanalysen avser framförallt att strukturera komplexa samband.

"The key to both effective evaluation and design of alternatives lies in the system being planned for. Understanding is most effectively captured in explanatory models of the system involved. We are not yet capable of constructing usable models that represent all aspects of corporate systems nor even some of its major parts or functions. We can, however, model the parts and functions that are understood and link the models together so as to obtain at least partial representation of the system. Judgment and intuition must be used to supply the rest. Modelling efforts should be directed at acquiring understanding of the firm, its supply system, its distribution and marketing system, its consumers, its competitors, and its environment. The better we understand these parts of the system and the relationships between them, the better can we evaluate available alternatives and create new ones." 33)

29) *Widebäck* i SOU, Programbudgetering I, 1967:11, s 63-65.

30) Se t ex *McKean*, 1958, *Hitch & McKean* 1960 och olika avsnitt i *Lyden & Miller*, 1968.

31) *Ackoff*, 1970, s 42.

32) *Alderson*, 1957, s 417.

33) *Ackoff*, 1970, s 63.

För denna typ av planering är alltså förståelsen av omgivningen det centrala snarare än att exakt utvärdera alternativ vid mer eller mindre fullständig kunskap om det system vilken planeringen har för avsikt att styra.

I detta avsnitt har tre huvudtyper av planer och program beskrivits:

a) program avsedda att ersätta oprogrammerade beslut för att nå beteende som strävar mot optimum, b) program på högre beskrivningsnivå avsedda att styra resursanvändning inom vissa restriktioner för att uppnå en viss måluppfyllelse, c) engångsprogram - oftast baserade på en ofullständig och hypotetisk bild av ett större system, varvid en central del är att öka kunskaperna om organisationen och miljön. De tre typerna av planer sammanfattas i följande figur:

Typ av plan	utnyttjandegrad av tidigare handlingsprogram	används för	är till huvudsaklig del:
Operativ	"hög-programmerade"	fastställande av beslutsregler vid vissa förutsättningar om miljön (ev. variationer)	
Resurs	begränsad - ändringar av "program-stomme"	samordna förändringar av strukturer (resursallokering)	
Strategisk	"låg-programmerade"	underlag för generering och prövning av alternativa strategier	

Figur 4:4. Planeringsnivåerna - processkaraktäristik och typ av plan.

4.2.5 Sammanfattning av typologin

Vi kan nu sammanfatta beskrivningen av planeringssystemet ur strukturell synvinkel genom en tabell, där varje planeringsnivå ges en sammanfattande karaktäristik från var och en av de valda beskrivningsdimensionerna. En sådan sammanfattning redovisas i figur på nästa sida.

Beskriv- ningsdi- mension Planerings- nivå	Tidsmässiga konsekvenser	Omfång	Beskriv- ningsnivå	Handlings- frihet	Orsak- verkan- kunskap	Typ av problem- lösning	Typ av plan
Strategisk planering	Långa (fleråriga)	Stort	Hög	Hög	Låg	Design, heuristisk	Strategier, mål, riktlinjer
Resurs- planering	Långa eller periodbero- ende (i allmän- het 1 år)	Begränsat	Varken hög eller låg	Begränsad	Varken hög eller låg	Värderande, resurs- mätande	Dimensionering och utnyttjande av resurser, operationalise- ring av mål
Operativ planering	Korta . (dag, vecka, månad)	Litet	Låg	Låg	Hög	Kombina- torik, algorithm	Instruktioner, handlings- regler

Figur 4:5. Planeringsnivåerna karakteriserade i strukturella beskrivningsdimensioner.

Vi har med denna tabell angett en typologi som visar samband mellan planeringsnivå och strukturella egenskaper. Det totala planeringssystemet har således indelats i tre delsystem med olika strukturella egenskaper.

Strategisk planering; vars förutsättningar kännetecknas av hög (inre) handlingsfrihet, stor omfattning över organisationen, relativt långa tidsmässiga konsekvenser, hög beskrivningsnivå av planeringsobjekten och låg orsak-verkankunskap och där problemlösningsprocesserna är av huvudsakligen designkaraktär, som resulterar i mål, strategier och riktlinjer för organisationen.

Resursplanering; vars förutsättningar kännetecknas av begränsad (inre) handlingsfrihet, en omfattning som i huvudsak begränsas till organisationens olika delar. Tidsmässiga konsekvenser beräknas över antingen vissa perioder eller över livslängden för olika projekt, där beskrivningsnivån begränsas genom antingen urvalet av påverkande faktorer eller medtagna dimensioner vid vilka orsak-verkankunskapen organiseras enligt vissa mönster och där problemlösningsprocesserna är av värderande eller resursmätande karaktär som resulterar i dimensionering av resurser, planer för utnyttjande av dessa samt operationalisering av mål.

Operativ planering; vars förutsättningar kännetecknas av låg (inre) handlingsfrihet, där problemen segmenteras till att gälla partiellt definierade problem med liten omfattning och med korta tidsmässiga konsekvenser för enskilda beslut, vid vilka beskrivningsnivån är låg och orsak-verkankunskapen hög och där problemlösningsprocesserna är av kombinatorisk karaktär, där algoritmer kan utnyttjas i relativt hög omfattning och som resulterar i handlingsregler och instruktioner.

Vi har också i denna typologi angivit olika *funktioner i planeringssystemet*.

Funktioner vid strategisk planering är således att för den långsiktiga utvecklingen formulera mål, utveckla strategier och ange riktlinjer.

Funktioner vid resursplanering är således att över begränsade tidsperioder samordna strukturförändringar genom att inom vissa ramar planera

resursförändringar och för hur dessa resurser ska samordnas samt operationalisera olika mål över tiden.

Funktioner vid operativ planering är således att genom instruktioner och handlingsregler ange förutsättningar för hur den löpande verksamheten ska bedrivas.

4.3 SAMBAND MELLAN DELSYSTEMEN I PLANERINGSSYSTEMET

4.3.1 Samband mellan strukturella delsystem

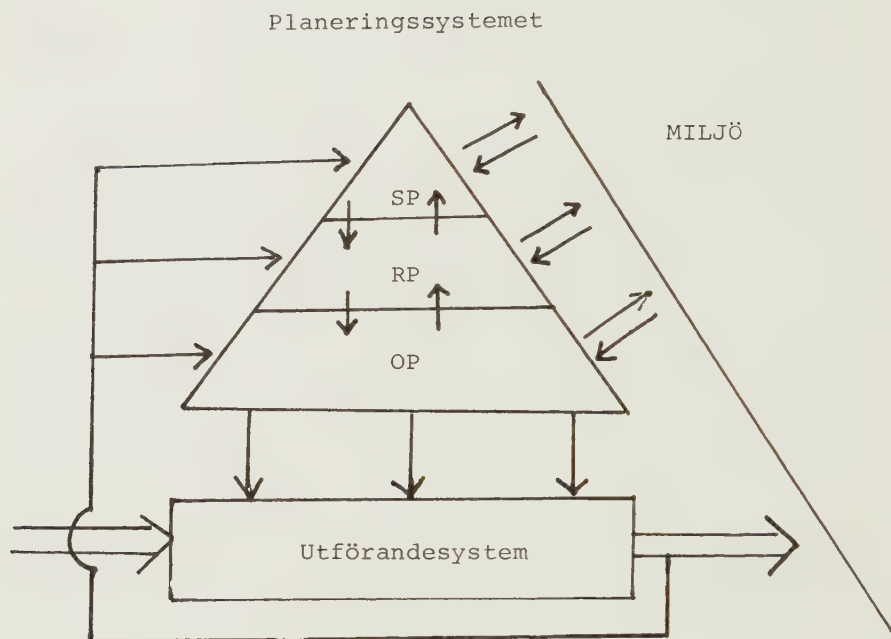
De planeringstyper som bedrivits ovan kan ses som strukturella delsystem inom planeringssystemet. Delsystemen bildar en hierarki, planeringsprocesserna kan tolkas som en successiv begränsning av det handlingsfält som identifieras på den strategiska nivån, och förutsättningarna för besluten blir allt klarare definierade.

Den strategiska planeringen ger framför allt riktlinjer för resursplaneringen och påverkar i mindre utsträckning direkt den operativa planeringen och den löpande verksamheten.

Relationerna mellan delsystemen är inte enkelriktade utan kännetecknas av stark interaktion. I många fall sker t ex en konsekvensberäkning och värdering av alternativ från den strategiska nivån först på resursplaneringsnivån som i sin tur ger underlag för beslut på den strategiska nivån. Uppföljningen av olika planer genom företagets informationssystem bildar ett viktigt underlag för fortsatt planering och är en viktig inlärningsmekanism genom vilket planeraren kan förbättra sin förståelse för företagssystemet.

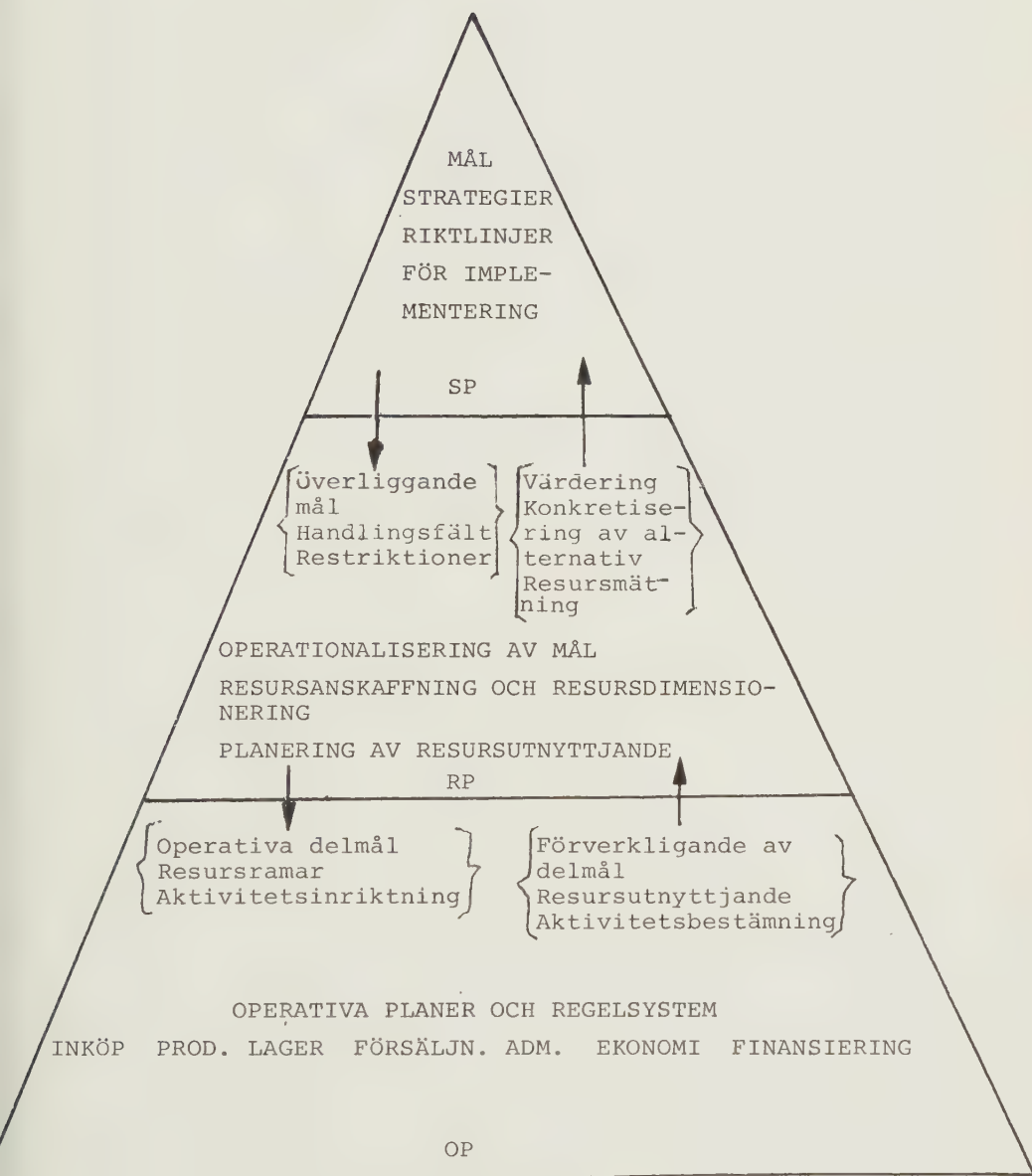
Sambanden mellan planeringssystemet och den löpande verksamheten illustreras i följande figur. Företagssystemet hålles samman genom ett nät av informationsrelationer. I figuren har följande relationer markerats:

1. Relationer mellan delsystemen (nivåerna) i planeringssystemet,
2. Relationer mellan planeringssystem och utförandesystem,
3. Återföringsslingor till delsystemen i planeringssystemet,
4. Relationer till den yttre miljön.



Figur 4:6. Planeringssystemets strukturella delsystem.

Om vi närmare betraktar relationerna mellan de olika delarna i planeringssystemet kan olika relationer mellan dess olika uppgifter urskiljas. I figuren på nästa sida har några av de viktigaste relationerna mellan olika uppgifter i planeringssystemet angetts.



Figur 4:7. Samband mellan nivåer i det strukturellt definierade systemet.

4.3.2 Delsystem i planeringen efter olika uppgifter i organisationen

Bilden av planeringssystemets strukturella delsystem är naturligtvis inte en bild av hur dessa planeringsaktiviteter skall fördelas i organisationen. Den strategiska planeringen kan organiseras på olika komplementära sätt, t ex genom grupper bestående av deltagare från olika avdelningar eller centralt genom företagsledningen, men också på ett mer informellt sätt. Genom organisationens uppbyggnad kan också vissa personer komma att arbeta med flera typer av planering. Sambanden mellan planeringsnivåerna blir av naturliga skäl starkare inom de organisatoriska enheter företaget är uppbyggt av, till exempel inom en produktionsavdelning eller marknadsavdelning.

Inom organisationen kan olika uppgiftsorienterade system (vertikalt) bildas för t ex produktion, lager, försäljning. Lösningen av problemen inom respektive uppgiftsområde måste emellertid integreras med övrig planering på respektive nivå (horisontellt). Följande figur illustrerar ett planeringssystem där uppgiftsorienterade problem-system på olika nivåer utmärkts.

Design av strategier

Samordning mellan aktiviteter

Upptifter t ex inköp, produktion, lager-uppgiftsorienterade problem-system på olika nivåer.

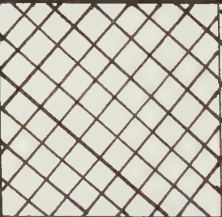
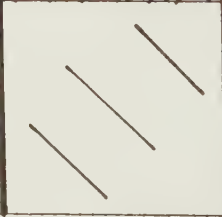
Figur 4:8. Vertikal och horisontell integration på olika nivåer.

4.3.3 Samband mellan planeringens funktion i det strukturellt definierade planeringssystemet och funktioner för organisationen

Vi har föreslagit två indelningar av planeringssystemet i delsystem. Från organisationsmodellen härleddes två funktionella delsystem för organisationen, ett förändrande och ett samordnande. Från strukturell synvinkel har tre delsystem (nivåer) i planeringssystemet identifierats och beskrivits: SP, RP och OP och olika funktioner i planeringssystemet identifierades på dessa planeringsnivåer.

Dessa båda indelningar har gjorts i olika syften och skär över varandra. Om vi försöker relatera dem så finner man att alla tre nivåerna i planeringssystemet har funktioner som är såväl inriktade på förändring som på samordning. Den strategiska planeringen är dock i huvudsak inriktad på den förändrande funktionen medan den operativa planeringen framför allt är inriktad på att samordna den löpande verksamheten. Resursplanering kan dels ses som inriktad på samordning av delar över begränsade tidshorisonter, dels som förändring av organisationen från ett visst tillstånd till ett annat.

Sambanden mellan indelningarna kan illustreras som i figuren nedan. I denna utmärker den rutade markeringen den huvudsakliga inriktningen och de glest streckade den mindre inriktningen.

Strukturella delsystem i planeringssystemet - uppgifter för dessa Funktionella delsystem för organisationen	Strategisk planering Mål, strategier, riktlinjer	Resursplanering Resursanskaffning och resursdimensionering, planering för resursutnyttjande, operationalisering av mål	Operativ planering Instruktioner, handlingsregler
Förändring av organisationens struktur för att bibehålla eller förbättra anpassningen till miljön			
Samordning för ett effektivt utnyttjande av den existerande strukturen			

Figur 4:9. Samband mellan strukturella delsystem i planeringssystemet och funktioner för organisationen.

4.4 SAMBAND MELLAN PLANERINGSSYSTEM OCH MÅLUPPFYLLELSE - DIREKTA OCH INDIREKTA KRITERIER

Det totala planeringssystemet har beskrivits utifrån komplementära indelningar i delsystem. Sättet att organisera beslutsfattandet är således beroende av de effekter som eftersträvas vid lösandet av olika problemkomplex i detta system. Det val som utmynnar i att planeringen av ett visst problemkomplex organiseras efter vissa mönster innebär således att ett *system för planering* av detta har gjorts. Ytterst avgörande för hur planering organiseras är de *funktioner* som denna planering ska medverka till att uppfylla för organisationen. I detta avsnitt behandlas samband mellan valt planeringssystem och måluppfyllelse samt kriterier för analys av planeringssystem.

Avsnittet inleds med en kortfattad beskrivning av olika problemstrukturer och modellstrukturer. Därefter presenteras en modell som uttrycker samband mellan systemet för planering och måluppfyllelse. Från denna modell specificeras olika indirekta kriterier för analys av det valda planeringssystemet.

4.4.1 Problemstrukturer och modellstrukturer

Varje lösning av ett problemkomplex är beroende av den metodologiska kunskap som finns och den interna kännedom hos planeringssubjekten om hur denna kan tillämpas på problemsituationen.³⁴⁾

Med avseende till problemsituationen och lösbarheten av denna i numerisk form kan problem klassificeras i välstrukturerade respektive illastrukturerade enligt följande definitioner:

"A problem is well structured to the extent that it satisfies the following criteria:

- 1) It can be described in terms of numerical variables, scalar and vector quantities.
- 2) The goals to be attained can be specified in terms of a well defined objective function - for example, the maximization of profit or the minimization of cost.

34) *Newell*, "Heuristic programming; Illstructured problems" i Aronofsky, 1969, s 368.

- 3) There exist computational routines (algorithms) that permit the solution to be found and stated in numerical terms." 35)

Illstructured problem kan definieras som negationen av ovanstående definition eller med hänseende till beslutsfattaren enligt följande:

"A problemsolver finds a problem ill structured if the power of his methods that are applicable to the problem lies below a certain threshold." 36)

Simon gör en indelning 37) i programmerbara och icke-programmerbara beslut som ansluter till ovanstående definitioner. Han observerar att användandet av tex matematisk programmering och simulering har ändrat gränserna för dessa beslutstyper genom att tidigare oprogrammerade beslut har blivit möjliga att behandla med hjälp av modeller.

En förändring av det enligt nedan definierade intuitiva beslutsfattandet har alltså skett.

"A decision maker's behavior is said to be non-intuitive with respect to a particular decision if there exist a verbalisation, which he is willing to use as the basis for delegating the decision to a recipient, y." 38)

Väsentligt härvid är att modellen ofta endast är ett medel genom vilken en situation struktureras och ett samspel mellan människa - maskin är en förutsättning. En sådan användning belyser *Hitch*:

"First it is wrong to look upon intuition and analysis or minds and machines as rivals or alternatives. Properly used, they complement each other. We have seen that every systems analysis is shot through with intuition and judgement ... Second while unaided intuition is sometimes strikingly successful... it can also fall flat on its face... Third, one of the troubles with intuition is that you don't know whether it is good, at least not without an analytic check... And finally, analytic and computing techniques enable us to do things we otherwise could not." 39)

35) *Simon & Newell*, "Heuristic problem solving" i *Operations Research*, 1958, Jan-Febr, s 4-5.

36) *Newell*, "Heuristic Programming; Illstructured problems" i *Aronofsky*, 1969, s 365.

37) *Simon*, 1965, s 62.

38) *Morris*, "Intuition and relevance", *Management Science*, 1967, Dec, s 21-22.

39) *Hitch*, 1967, s 21-22.

Samspelet mellan intuition och modeller utvecklar *Hitch* enligt följande:

"... in most policy analysis, computations and computers are often more valuable for the aid they provide to intuition and understanding, rather than for the results they supply. While a computer can solve only the problems that the analysts knows conceptually how to solve himself, it can help with many others... The great advantage is that it gives the analyst the capability to numerous excursions, parametric investigations and sensitively analysis under a host of assumptions... If we are not able to abstract the situation to a series of operations or a mathematical model. Simulation may work... The primary function of a model is explanatory." 39)

I ovan citerade fall är alltså modellernas funktion annorlunda än när de ska användas för direkt programmering av beslut. Olika beskrivningssystem har formulerats som anger egenskaper vid olika modelltyper. *Johnsen* har beskrivit modellerna utifrån vilka olika egenskaper⁴⁰⁾ dessa har för formulering av styrmodeller.

"Model type	Model property				
	G	S	M	A	L
Goal programming	+	0	-	0	-
General systems models	+	0	-	-	+
Utility models	+	0	+	0	-
Partial OR models	-	0	+	+	-
Numerical simulation models	+	0	+	+	-
Search models	-	+	0	0	-
Learning models	-	+	0	0	- " 40)

Vad som är relevant vid en viss planeringssituation är således vilka modellegenskaper som i denna del är av särskild betydelse. I vissa fall är genom planeringssubjektets kunskaper och problemsituationen strukturen för problemlösning "ad hoc" strukturerad till vissa lös-

40) *Johnsen*, 1968, s 467.
"1. Delineation of an arbitrary goal set (G).
2. An explicitly formulated procedure for search (S) in
3. An arbitrary set of decision models (M) relating the goal set to a subset of
4. An arbitrary set of activities (A), and finally
5. An explicitly formulated learning circuit (L)."

ningsformer.⁴¹⁾ I andra är valsituationen mer komplicerad. *Ansoff* har utvecklat ett beskrivningsschema⁴²⁾ där han jämför ett kvasianalytiskt lösningsförfarande med "konventionella" lösningsprocedurer vid OA-moddeller och heuristik. *Sisson* gör en motsvarande analys med utgångspunkt från modellspråket.⁴³⁾

För att bedöma en modelltyps användbarhet vid en viss planeringssituation erfordras en analys som ställer valet av systemet för planering i relation till vad man vill uppnå med denna. I de närmaste två delavsnitten formuleras och beskrivs modeller som anger samband mellan system för planering och kriterier för användning.

4.4.2 Samband mellan val av system för planering och måluppfyllelse

En systematisering av ett systems för planering inverkan på måluppfyllelsen kan göras genom en indelning i oberoende variabler, beroende variabler, villkor och resultatvariabler. Denna modell redovisas dels i en figur på nästa sida, dels i nedanstående text.⁴⁴⁾

Lösningen av ett visst problemkomplex sker inom ramen för ett antal villkor. I denna modell systematiseras lösningsförutsättningarna i följande kategorier:

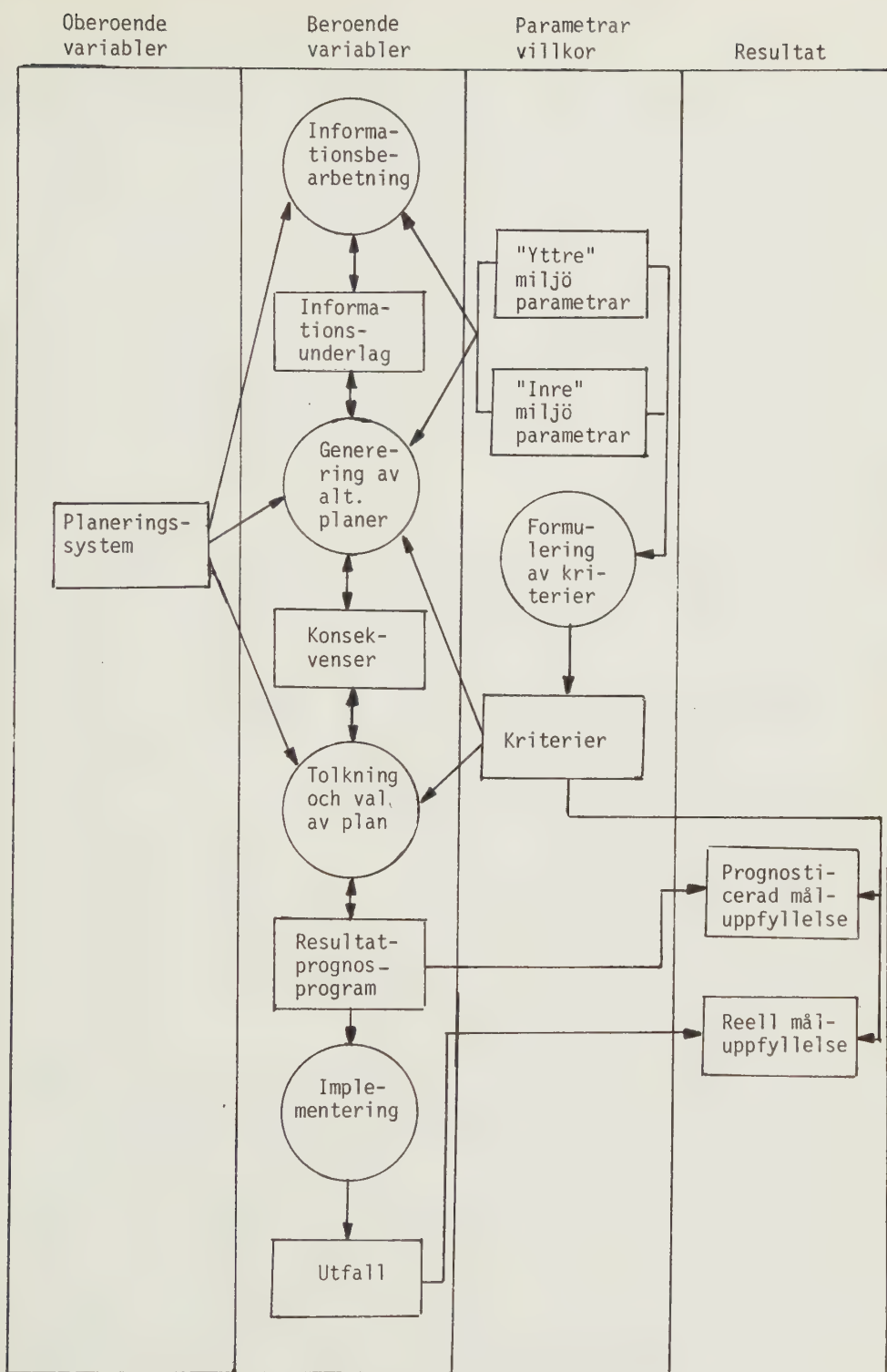
1. "Yttre" miljöparametrar - Anger systemets avgränsning mot en "yttre" miljö, dvs de exogena villkor som anger strukturella förutsättningar för planering och inom vilka gränser planeringen sker. Dessa villkor kan karakteriseras i termer av planeringsnivå och objektområde. T ex aggregerad produktionsplanering för en avdelning kan karakteriseras utifrån tidshorisont, omfattning, givna produktionsförutsättningar etc.
2. "Inre" miljöparametrar anger vilka syften som ett visst planeringssystem ska uppfylla i relation till övrig planering i organisationen.

41) Jfr *Andersson*, (1966), som diskuterar att vissa problemkomplex är "ad hoc" strukturerade för vissa OA-tekniker.

42) *Ansoff*, The State of art in making plans - some comments of the ill-structured problem" i Bibliography on planning, 1960.

43) *Sisson*, "Simulation: Uses" i Aronofsky, 1969.

44) Vid formulering av denna och följande modell har jag upplevt *Widebäcks* (1964 och 1966) beskrivningsmodeller över budgeteringens inverkan på ett företags effektivitet som centrala, bland annat i den meningen att olika faktorer som påverkar effektiviteten anges för ett visst planeringssystem. Här har dock enbart syftet varit att visa på olika generella samband vid val av planeringssystem och utifrån denna beskrivning ställa olika kriterier för bedömning av planeringssystemet.



Figur 4:10. Modell av ett systems för planering påverkan av måluppfyllelse.

Så är det t ex i fallet med den aggregerade produktionsplaneringen möjligt att ett antal olika planeringssystem kan användas komplementärt för olika syften.

3. Vidare förutsättes att för det valda systemet för planering finns oberoende kriterier vilka kan uppfyllas i olika grad.⁴⁵⁾ Detta innebär inte att en målformulerande process utesluts. Tvärtom är måloperationaliseringen och tolkningen av olika alternativ en central del av planeringen. Måloperationaliseringen och tolkningen kan dock beskrivas som beroende av kriterier utanför det valda planeringssystemet. Dessa bildar förutsättningar för direkt mål-mätning.⁴⁶⁾

Betraktar vi valet av planeringssystem som oberoende variabel kommer valet av planeringssystem att påverka en rad olika delprocesser, t ex informationsinsamling, beslutsprocesser, programmering och implementering.⁴⁷⁾ I fallet med den aggregerade produktionsplaneringen kommer således valet mellan olika planeringssystem som t ex matematikprogrammering, planering genom beläggningsschema och sidokalkyler eller en mer intuitiv planering att leda till olikheter i fråga om informationsinsamling, alternativgenerering och beslutsfattande. Såväl delprocesser som olika output från planeringen kan således ses som beroende av det valda systemet för planering. För att analysera dessa måste olika indirekta kriterier användas. Det valda planeringssystemet medför olika beslut och den valda handlingsinriktningen kan tolkas som en resultatprognos som uttrycker en prognosticerad måluppfyllelse. Efter implementering kan den reella måluppfyllelsen beräknas.

I ovan beskrivna modell har angetts olika villkor för ett planeringssystem över ett problemkomplex. Valet av planeringssystem har definierats som oberoende variabel, som påverkar ett antal beroende processer och dessas output. Resultatet av dessa processer har uttryckts som en

45) Jfr den i avsnitt 3.3 förda analysen mellan "organizing systems" och "instrumental systems".

46) Begreppet beskrivs och utnyttjas av *Samuelson*, 1973, kap. 4.1.

47) En delvis liknande beskrivning redovisas av *Ansoff & Brandenburg*, "A program of research in business planning" i *Management Science*, 1967, Febr.

resultatprognos som mäter måluppfyllelsen före genomförandet och som kan jämföras med det reella resultatet efter genomförandet. Således har här olika mer generella samband definierats. För en närmare analys av ett planeringssystem erfordras ett antal indirekta kriterier. Formuleringen av dessa kriterier kan göras utifrån de olika beroende processerna och dessas output.

4.4.3 Indirekta kriterier för analys av planeringssystem

4.4.3.1 Process- och representationskriterier

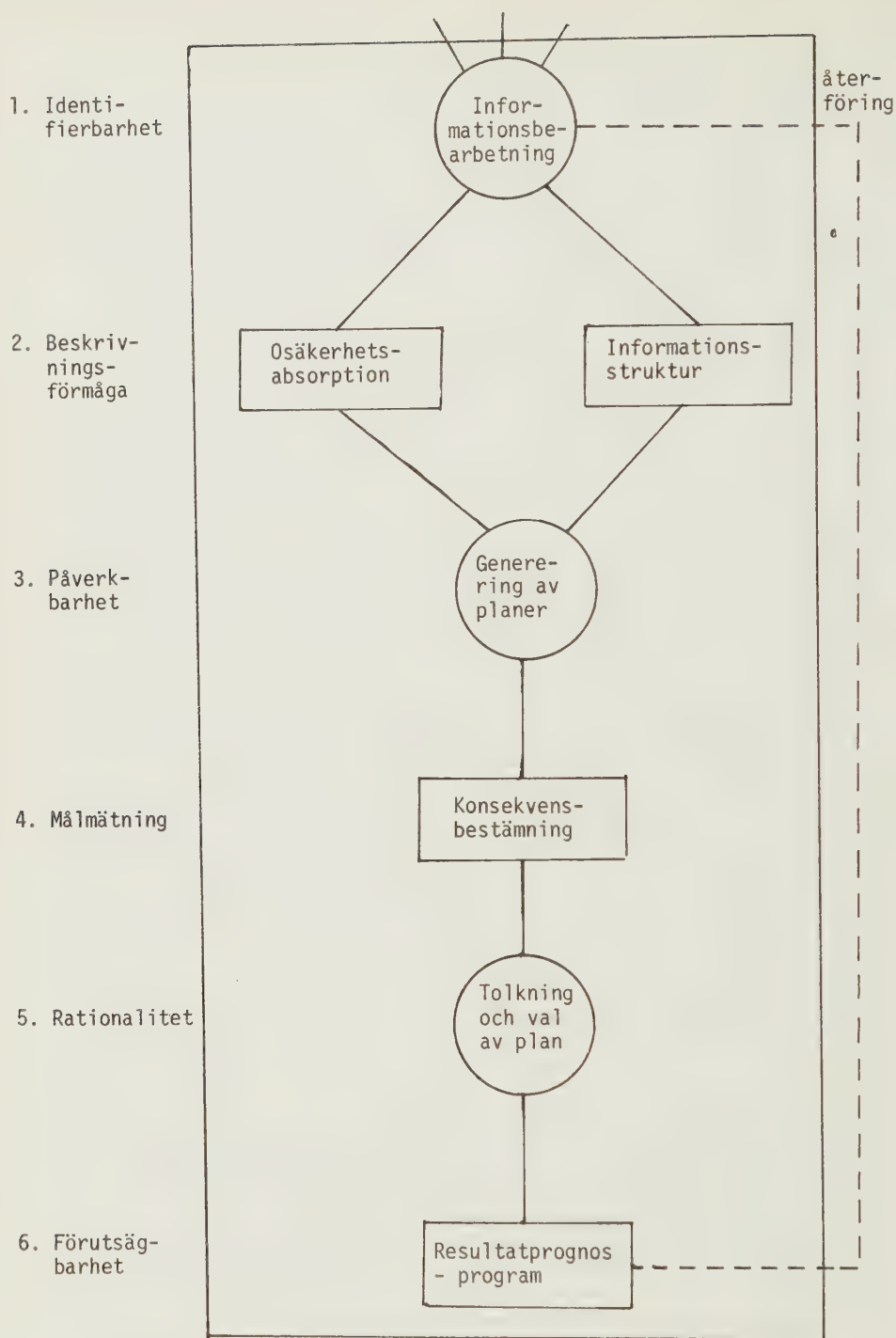
Vi har i ett tidigare avsnitt (4.1.2) i en beskrivning av beslutsprocesscykeln angett olika förutsättningar vid problemlösning. Centralt för problemlösning är den "bild" eller kunskap om det objekt som man vill påverka. Denna "bild" kan ses som en produkt av de olika processer, som leder till att en viss förståelse över objektet nås och som kommer till uttryck i olika beskrivningar, värderingar och beslut.

Detta ger en utgångspunkt för formuleringen av kriterier för de av det valda planeringssystemet beroende variablerna. I föregående figur angav vi dels olika processer och dels de output som dessa processer gav upphov till. De senare kan ses som representationer av planeringsobjektet. Vi kan således skilja mellan processkriterier och representationskriterier.⁴⁸⁾ Om vi utgår från föregående modell⁴⁹⁾ kan vi relatera olika kriterier till de av planeringssystemet beroende processerna och beskrivningarna, i en figur på nästa sida.

Vi urskiljer således följande kriterier avseende dessa kategorier:

48) I detta avsnitt har jag starkt påverkats av den i *Samuelson* (1973) förda analysen om indirekta mått för mätning av budgeteffektivitet. Samuelsons framställning har påverkat mig dels direkt genom att han angivit olika kriterier som nära ansluter till några här framförda (rationalitet, förutsägbarhet), dels indirekt genom att han stimulerat mig att formulera en beskrivning av beroendeförhållanden mellan process- och representationskriterier.

49) Modellen är vidare förenklad genom att inga återkopplingar anges.



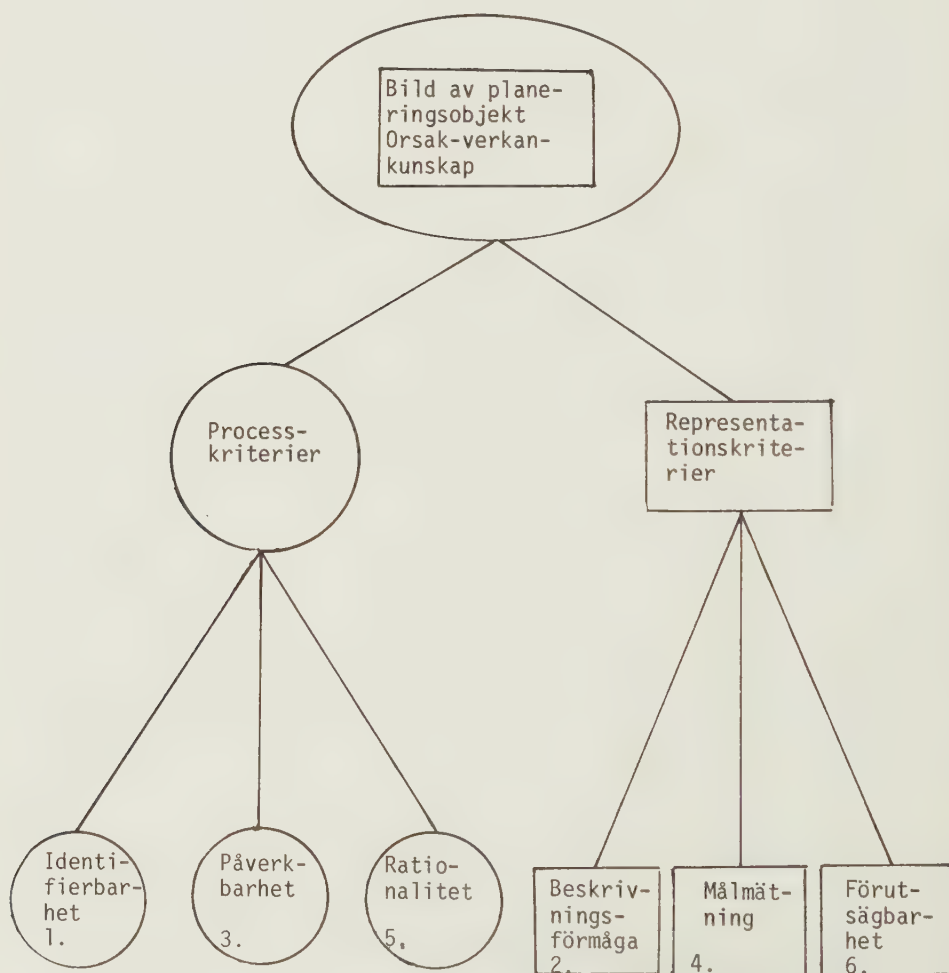
Figur 4:11. Indirekta kriterier relaterade till planeringssystemets beroende delar.

1. Till processens första del - informationsbearbetning - har angetts kriteriet *identifierbarhet*. Kriteriet kan användas som uttryck för hur ett planeringssystem kan utnyttjas för att identifiera olika problem och ställer relationen mellan valt planeringssystem och planeringssubjektets tolkning av planeringsobjektet i centrum.
2. Informationsbearbetningen resulterar i ett visst underlag för beslutsfattande. Detta underlag kan ses som produkten av två effekter. Dels den osäkerhetsabsorption som skett genom filtrering av information, dels den struktur, som blir resultatet av att informationen organiserats enligt vissa mönster. Det kriterium som anges i relation till denna information benämner vi *beskrivningsförmåga*. Detta kriterium kan hänföras till hur beskrivningen belyser problemkomplexets olika delar och beroendeförhållandena mellan delarna. Således ställs beskrivningsförmågan i relation till problemkomplexet.
3. Till processens andra del - generering av alternativa planer - har angetts kriteriet *påverkbarhet*. Kriteriet kan användas som ett uttryck för den mängd av alternativa planer som genereras för att påverka planeringsobjektet och uttrycker ett kapacitetsmått över hur planeringssystemet kan användas för att påverka planeringsobjektet. För att illustrera detta relativt abstrakta begrepp kan ett exempel användas. I planeringssammanhang användes begreppet nollalternativ för att ange vad som skulle inträffa om inga förändringar av ett system görs. Mot detta nollalternativ ställs andra alternativ för att värdera olika möjligheter att påverka planeringsobjektet. Denna alternativgenerering kommer alltså att leda till att olika möjligheter att påverka planeringsobjektet undersöks och en förändring av systemet beslutas om något handlingsalternativ värderas som bättre än nollalternativet. Påverkbarheten kan i detta fall uttryckas som en differens i påverkan mellan valt alternativ och nollalternativ. För att mäta differensen erfordras en bestämning av processens output.
4. Genereringen av alternativa planer resulterar således i en konsekvensbestämning av dessa. Det kriterium som anges i relation till detta är *målmätning*, dvs hur mätningarna av konsekvenser ställs i överensstämmelse med målsättningar.

5. Utifrån konsekvensbestämningen av olika alternativ har underlag bildats för val mellan dessa. Kriteriet *rationalitet* hänförs till detta val och anger valet av alternativ i relation till måluppfyllelse.

6. *Förutsägbarhet* anges som kriterium för hur resultatprognosen överensstämmer med det faktiska resultatet.

Ovan angivna kriterier visas i sammanfattning i en bild där process- och representationskriterier urskiljs som två delar av det mer allmänna syftet att utveckla en bättre bild eller förståelse av planeringsobjektet.



Figur 4:12: Process och representationskriterier.

4.4.3.2 Indirekta kriterier - konstruktion och utnyttjande

Utformningen av planeringssystemet kommer att medföra effekter som inte direkt kan hänföras till de tidigare beskrivna processerna och beskrivningarna.

- I. *Konstruktionen* av ett planeringssystem är förknippat med olika *uppooffringar*.⁵⁰⁾ Dessa uppooffringar kan mätas med olika grad av noggrannhet och med olika mått. Ett tänkbart förfaringssätt är att mäta olika resursinsatser och värdera dessa i kostnader för att därigenom få ett kostnadsmått för konstruktionen. I andra fall kan mätningen inskränkas till en beräkning av tidsåtgången för olika personalkategorier. I ytterligare andra fall kan konstruktionsarbetet ses som ett utnyttjande av befintlig problemlösningskapacitet, där en nyorientering är nödvändig för att upprätthålla och eventuellt förbättra denna kapacitet.
- II. *Utnyttjandet* av ett planeringssystem kräver *uppooffringar* av olika slag. Dels resurser för att *förändra* planeringssystemet efter "nya" förutsättningar, dels de olika resursinsatser (t ex tid) som är nödvändiga för att *använda* det. I vissa fall (t ex vid delvis automatiserade system) underlättas utnyttjandet genom att systemet är organiserat så att det *snabbt* kan utnyttjas. I andra fall är *flexibiliteten* väsentlig, dvs att systemet kan anpassas efter förändringar i organisationen och dess miljö. Vidare påverkar organisationen av planeringssystemet planeringssubjektens *motivation*⁵¹⁾ att aktivt medverka i processen.

50) *Widebäck* (1964, 6:4) analyserar faktorer som påverkar budgeteringens kostnader utifrån dels konstruktion, dels användandet genom budgetuppställande. *Samuelson* (1973, 4:5) anger översiktligt olika mätmetoder för kostnader vid "budgetanvändning".

51) Denna aspekt diskuteras ofta vid empiriskt anknutna beskrivningar om formella planeringssystemens inverkan. I allmänhet utmynnar detta i olika råd för framgångsrik implementering. Ett typexempel finner vi i *Hammond*, "Do's and don'ts of computer models for planning", HBR, 1974, March-April. Området kan sägas utmärkas av en "trial and error" kunskap men där endast fragmentariskt kunskaper ackumulerats. *Samuelsson* (1973, app. 1) utgår i stället från olika teorier om motivation och arbetstillfredsställelse.

4.4.3.3 Användning av olika kriterier

Det är uppenbart att en schematisering av olika kriterier i sista hand måste utmyнна i en analys av ett överliggande kriterium, nämligen *relevans* tolkat i termer av planeringsprocessens bidrag till systemets effektivitet i vid mening. Detta kriterium är svåransvändbart vad gäller marginella förändringar av ett planeringssystem, men pekar på den totala effekten av processerna.

Möjligheterna att utnyttja en mer finfördelad kriteriebeskrivning är också beroende av hur processerna är organiserade. Så är det t ex uppenbart svårare att analysera informella processer än formella. Vidare är möjligheterna för direkt målmätning större vid operativa planeringssystem än vid strategiska. Försök att utnyttja olika kriterier bör åtminstone bidra till en ökad medvetenhet, då en analys kan göras av vilka kriterier som är möjliga att tillämpa vid respektive situation.

Sammanfattningsvis har vi alltså här angett olika kriterier som kan ställas mot hur planeringsprocessen kan organiseras. Tolkningen av dessa måste däremot ställas i relation till förutsättningar och system vid olika processer.

4.5 SAMMANFATTNING AV REFERENSRAMEN OCH UTNYTTJANDE AV DENNA I FORTSÄTTNINGEN

I detta kapitel har föreslagits ett vidgat planeringsbegrepp, där planering allmänt sett betecknar komplext beslutsfattande mot system av problem.

Det totala planeringssystemet har definierats som strukturen i det nät av beslutsprocesser, som bestämmer handlandet i organisationen. De formella planeringsreglerna kommer därmed endast att uppfattas som en del av det totala planeringssystemet.

Planeringssystemet har beskrivits genom komplementära indelningar i delsystem.

För att kunna bedöma behovet av planering, den existerande processens effektivitet och effekten av förändringar i beslutsprocessernas organisation behöver vi en definition av planeringens syften eller

funktioner för organisationen. Utifrån en organisationsmodell definierades två grundläggande funktioner och motsvarande delsystem i planeringssystemet.

För att kunna analysera planeringssystemet och få en överblick av dess struktur krävs att villkoren för olika planeringssituationer definieras. Utifrån ett antal beskrivningsdimensioner identifierades och beskrevs tre olika planeringsnivåer (strukturella delsystem), operativ planering (OP), resursplanering (RP) och strategisk planering (SP). Från denna typologi kunde vi urskilja olika funktioner i planeringssystemet för respektive planeringsnivå. Formulerar vi karakteristika för problemkomplex i delsystemen OP, RP och SP i termer av systemavgränsning, beskrivning av element och relationer samt diagnosyften, kan följande karakteristik göras:

a) Systemavgränsningen t ex:

OP: Något eller några väl avgränsade delsystem.

RP: Ett antal interdependenta delsystem med relativt klart avgränsade gränser mot miljön och med "väldefinierade" exogena variabler.

SP: Organisationen som en del av ett större system med relativt svårdefinierade gränser.

b) Elementen t ex:

OP: Noggrant beskrivna element på låg beskrivningsnivå.

RP: Elementen beskrivs som aggregat av objekt eller händelser på objektnivån.

SP: Elementen kan utgöras av vissa kritiska antaganden om beteende hos olika komponenter i modellen.

c) Relationer: a) interna och b) externa t ex:

OP: Relationerna förutsätts ofta kunna beskrivas med säkerhet och/eller med sannolikhetsfördelningar.

RP: Relationerna kan anknytas till föreställningar och/eller grova schematiseringar av samband på objektnivån.

SP: Relationerna kan utgöras av mer eller mindre uttestade hypoteser om samband.

d) Diagnosen t ex:

OP: Finna lämpliga beslutsregler vid repetativa beslut.

RP: Underlag för resursfördelning eller eventuellt förändring av administrativa regler för behandling av information.

SP: Utgöra underlag för informationsinsamling och vara en del av en sök- och lärprocess om organisationens långsiktiga relationer mot miljön.

Sambanden mellan delsystemen i planeringssystemet kan beskrivas utifrån olika infallsvinklar:

- 1) Mellan de olika nivåerna i de strukturella delsystemen finns informationsrelationer som anger samband mellan olika funktioner i planeringssystemet.
- 2) Inom organisationen finns uppgiftsorienterade transsystem på olika nivåer (vertikalt) som integreras på respektive nivå (horisontellt).
- 3) Indelningarna mellan de funktionellt definierade delsystemen för organisationen och de strukturellt definierade delsystemen i planeringssystemet skär över varandra.

Olika problemstrukturer erfordrar olika former av system för planering. Valet av modellstruktur vid organisation av en beslutsprocess kommer således att vara beroende av de i den aktuella situationen väsentligaste kraven på hur processen ska organiseras för att nå avsedda effekter. Valet av planeringssystem kan därför definieras som oberoende variabel i en modell som uttrycker samband mellan villkoren för planering, valt planeringssystem, beroende processer och grad av måluppfyllelse.

Från denna modell urskiljdes och diskuterades olika planeringseffekter.

I den fortsatta framställningen kommer vi på olika sätt att utnyttja den formulerade referensramen.

I appendix 1 användes referensramen som utgångspunkt för beskrivning och analys av olika planeringsprocesser i ett uppgiftsorienterat del-

system i en organisation. Som framgår av appendixet utnyttjas referensramen på olika analysnivåer. 1. Vid en övergripande beskrivning av systemet. 2. Vid en avgränsning av delsystemet och vid identifikation av olika planeringsprocesser. 3. Vid analys av samband mellan processerna. 4. För att ange begränsningar och möjligheter vid konstruktion av system för planering vid olika processer.

I *kapitel 5* används den strukturella indelningen för en identifiering och beskrivning av vilka funktioner simuleringsangreppssättet kan ha i planeringssystemet på olika nivåer. Från denna beskrivning kan vi schematisera samband mellan de strukturella förutsättningarna för planering, simuleringsmodellernas struktur och dess funktioner. Denna beskrivning är således primärt inte inriktad på att analysera planeringsprocesserna utan anger olika karakteristika i fråga om funktioner och strukturella egenskaper vid användandet av simulering på olika planeringsnivåer. I *kapitel 5* ställs också effekter vid användande av simulering i relation till förändrings- och samordningsprocesser.

I *kapitel 6* centreras intresset kring metodfrågor vid simulering. I detta kapitel anges i det första avsnittet olika förutsättningar för simuleringsanvändning vid planering. Efter att simuleringens metodfunktion beskrivits i huvuddrag inleds analysen för respektive metodproblem för hur olika planeringsförutsättningar kan påverka metodproblemets behandling innan tekniker för att lösa det behandlas. I detta kapitel har vi alltså från en karakteristik av simuleringens metodfunktion ställt olika metodproblem mot planeringens förutsättningar. Analysen förs alltså dels på en mer generell nivå och dels mot olika förutsättningar för planering. Kapitlet avslutas med ett teoriutkast för en vidareutveckling av simuleringsmetodik utifrån olika förutsättningar för dess användning.

I *kapitel 7* tas den strukturella referensramen direkt som en utgångspunkt för en indelning av olika simuleringsstudier. Efter en ytterligare uppdelning av studier efter olika objektområden i organisationen beskrivs olika modeller vid varje planeringsnivå. Därefter behandlas vid varje nivå dels hur metodfrågor lösts, dels processen att utnyttja modellerna på respektive nivå. I *kapitel 7* ställs avslutningsvis olika egenskaper hos simulering mot vår vidgade syn på planering.

Om referensramen för planering ska understrykas att för alla referensramar gäller att den kan användas för vissa syften och att olika analysmetoder kan användas komplementärt till denna. Således användes den här för att urskilja olika delar av undersökningsobjektet och utnyttjas på olika sätt i den fortsatta framställningen.

KAPITEL 5. SIMULERING SOM ANGREPPSSÄTT VID PLANERING - FUNKTIONER VID OLIKA DELSYSTEM I DET TOTALA PLANERINGSSYSTEMET

5.1 SIMULERING SOM ANGREPPSSÄTT

5.2 SIMULERINGSFUNKTIONER VID OLIKA PLANERINGSNIVÅER

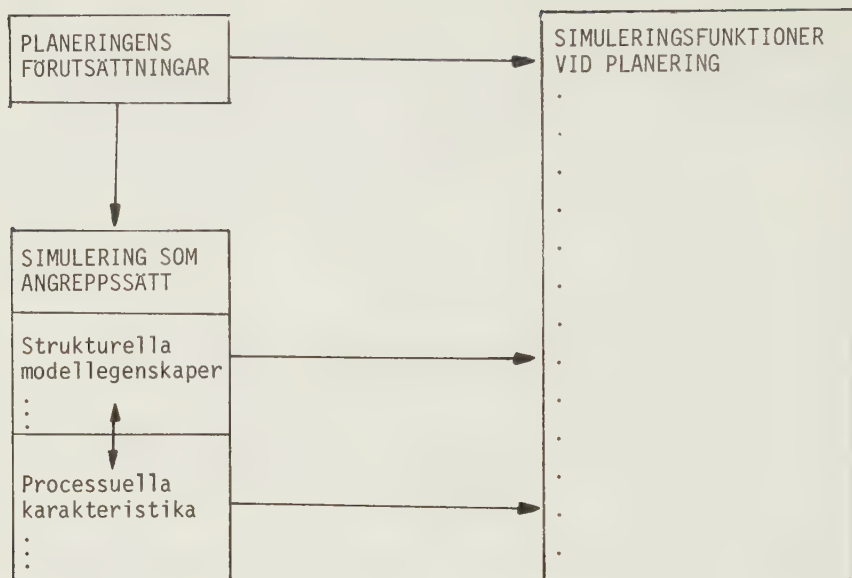
5.3 SAMBAND MELLAN PLANERINGENS FÖRUTSÄTTNINGAR, SIMULERING SOM ANGREPPSSÄTT OCH SIMULERINGSFUNKTIONER

5.4 SIMULERING I RELATION TILL SAMORDNINGS- OCH FÖRÄNDRINGS- PROCESSER

Genom den föreslagna referensramen har förutsättningarna givits för att analysera simulering som angreppssätt vid planering, då det totala planeringssystemet beskrivits och analyserats ur olika synvinklar.

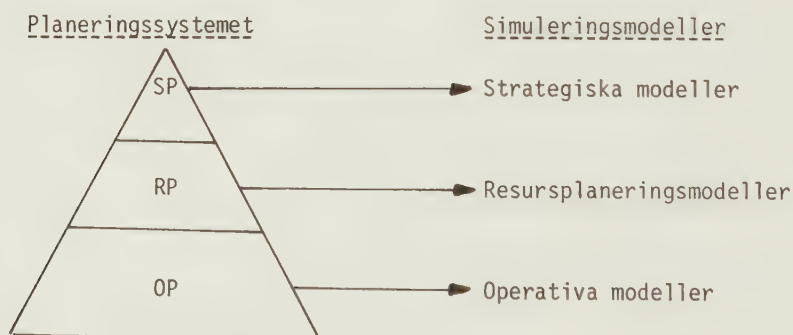
Den ena utgångspunkten är en beskrivning av planering i olika delsystem, den andra är de egenskaper hos simulering som gör angreppssättet användbart vid olika planeringstyper. Med *ett angreppssätts funktioner i planeringen* avses sålunda *de egenskaper som gör det användbart för vissa syften*.

Vi kan illustrera utgångspunkterna för en analys av simuleringsfunktioner vid planering med följande figur:



Figur 5:1. Förutsättningar för analys av simuleringsfunktioner vid planering.

Genom beskrivningen av olika villkor för planering har vi angett olika strukturella förutsättningar i planeringssystemet. Detta utnyttjas för en uppdelning av olika planeringssituationer för vilka olika simuleringsmodeller utvecklats.



Figur 5:2. Simuleringsmodeller vid olika planeringsnivåer.

Vi använder den strukturella indelningen av planeringssystemet för att urskilja olika typer av modeller, som kommer att ha olika funktioner i planeringssystemet och som baseras på olika strukturella förutsättningar. Den strukturellt baserade indelningen kan också utnyttjas som begreppsapparat vid olika nivåer. Indelningen i planeringsnivåer ger förutsättning för en mer generell ram kring vilken olika modeller kan beskrivas och villkor och funktioner analyseras. Inom varje nivå utnyttjas emellertid olika egenskaper hos ett simuleringsangreppssätt för olika speciella syften. Detta ger ett behov av att vi på varje nivå analyserar olika simuleringsmodeller för att närmare undersöka vilka egenskaper som utnyttjats i de olika fallen. Vi kommer alltså att urskilja olika simuleringsfunktioner vid varje planeringsnivå utifrån olika abstraktioner av planeringsobjekt och/eller härledningar av lösningar.

I detta kapitels första del görs en kortfattad beskrivning av dels karakteristika för simulering som angreppssätt vid planering, dels de mer allmänna begränsningar som åvilar angreppssättet. Detta skall ge en allmän grund för kapitlets senare delar, där en specificering sker av vilka egenskaper som i första hand utnyttjas för olika syften.

I kapitlets andra del beskrivs och analyseras utförligt simuleringsfunktioner vid olika planeringsnivåer.

I den tredje delen sammanfattar vi mer generellt simuleringsfunktioner vid olika planeringsnivåer utifrån den bild (figur 2.1) som angavs inledningsvis.

Kapitlet avslutas med en karakteristik av de effekter för förändrings- och samordningsprocesser som användning av simulering på olika nivåer kan medföra.

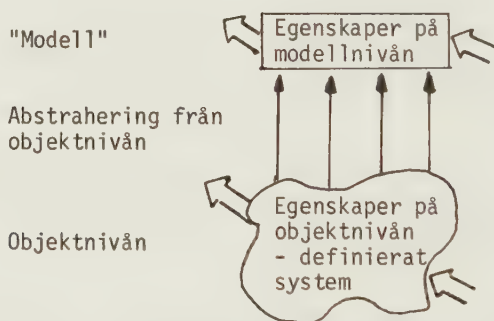
5.1 SIMULERING SOM ANGREPPSSÄTT

Vi har definierat simulering som ett angreppssätt där ingående modell-element specificeras numeriskt och där modellens utsagor utgörs av numeriska värden på de av modellen genererade variablerna och där modellen representerar ett antal processer och flöden. Processerna genomlöpes ett antal gånger och utgångsvärdena för en genomlöpning bildar ingångsvärden för nästa. Förändringar i ingångsvärden eller strukturer utgör experiment för modellösning. Modellen kan, men behöver inte, innefatta stokastiska fördelningar och kan vidare kännetecknas av ett stort antal modellelement och relationer som löses och utvärderas mot ett antal olika resultatvariabler.

Simulering som angreppssätt vid planering innebär dels ett utnyttjande av olika *strukturella egenskaper* (representation) och dels olika *processuella karakteristika* (härledning).

Nedan beskrives kortfattat de egenskaper som kan utnyttjas för planeringsändamål och som i olika situationer utnyttjas för olika syften.¹⁾

Nedanstående figur (jfr 2.1.2) illustrerar abstraheringen av olika fenomen på objektnivån.



1) I litteraturen finns olika synpunkter redovisade om vilka egenskaper som är väsentliga vid användande av simulering, t ex Naylor et al 1966, kap. 1, Meier, Newell & Pazer, 1969 kap. 1, Mize & Cox, 1968, kap. 8, Martin 1968, kap. 1, Evans, Sutherland & Wallace, kap. 1, Bennet "Why simulate" i Hollingdale, 1967. Morgenthaler, "On the theory and application of simulation in operations research" i Ackoff, 1961, Schulz & Sullivan, "Developments in simulation in social and administrative science", i Guetzkow et al, 1972 och Emshoff & Sisson, 197 .

a) På objektnivån utsätts det definierade systemet för olika slags påverkan. Vid användande av simulering abstraheras yttre påverkan genom att man till det definierade systemet ställer olika exogena variabler, som påverkar system men är oberoende av det modellerade systemet. Dessa variabler definieras således i första hand utifrån modellens syfte och vald systemavgränsning.

b) Det finns inga principiella begränsningar på det antal variabler som kan medtagas i en simuleringsmodell och ej heller finns det några begränsningar för hur relationerna mellan dessa kan te sig. Vid simulering är man således inte bunden till några lösningsmässiga begränsningar av variabelrelationernas utseende, utan modellen kan formuleras utan de begränsningar som finns vid analytiska eller numeriska lösningsförfaranden. Simulering kan därför användas vid representation av komplexa system, utan att reduktionen av antalet påverkande faktorer kommer att medföra att bilden av " verkligheten " reduceras till en icke-representativ bild av denna. Den nödvändiga begränsningen av modellens komplexitet kan ske utifrån vilka syften modellen ska uppfylla och från krav på analyserbarhet och kontrollerbarhet.

c) Simulering tillåter en dynamisk modellformulering. Således arbetar de i modellen representerade processerna över en tidsaxel. Modellerna kan därför användas för att representera dynamiska processer och mätningar kan göras vid olika intervaller. Vid modellformuleringen kommer valet av process relaterat till tidsperiod att vara väsentligt. Processerna abstraheras således i relation till vissa tidsintervall och mätningarna görs över kortare eller längre tidshorisonter. Händelsesekvenser, interaktiva processer över tiden och processer som är beroende av olika tidsmässiga relationer kan följaktligen studeras på modellnivå.

d) Då modellen uttrycker en serie förändringar över tiden kan stokastiska processer direkt relateras till denna. Detta sker genom att man från pseudo-slumtalsgeneratorer använder de genererade slumptalen till att ta ut värden på de sannolikhetsfördelningar som antages vara för handen. På detta sätt kan olika stokastiska fördelningar användas för att representera olika stokastiska processer och genom

att mäta totalbeteendet av det modellerade systemet. Detta ger möjlighet att dra slutsatser om vilken inverkan dessa variabelfluktuationer har.

Simulering är således ett flexibelt angreppssätt vilket gör det användbart vid analys av situationer under relativt skilda förutsättningar. Simulatorn eller simuleringsmodellen skall i det enskilda fallet således spegla de egenskaper i det studerade systemet som för ett visst syfte har angetts som betydelsefulla. Detta ställer också krav på modellens strukturella uppbyggnad.

I modellen representeras ett antal flöden som bearbetas av olika processer (jfr s 47). Avseende processernas representation kan olika former finnas.

e) I den enklaste representationen avbildas processerna som input-outputrelationer, dvs att ett givet input resulterar i ett givet output.

f) Processerna kan avbildas som styrda av olika regler t ex analytiska- eller heuristiksregler. Detta innebär således att input till respektive process bearbetas enligt givna regelmängder innan output bestäms.

g) Processerna kan representeras som beteenden (t ex beslutsprocesser) där olika faktorer påverkar utfallen av respektive process.

Val av processrepresentation blir, liksom i fråga om föregående egenskaper, beroende av modellens syfte, systemets omfattning, vald beskrivningsnivå etc.

h) Avseende modellens output ger simulering möjlighet till resultatmätning i ett antal olika dimensioner.

Vi har tidigare angett att processen vid härledningar av lösningar innebär experiment på modellnivån.

Dessa experiment kan innefatta:

- a) Förändringar av modellens förutsättningar avseende representation av objekten t ex påverkande faktorer.
- b) Förändringar av processuella egenskaper t ex input-outputrelationer, regelmängder eller beslutsprocesser.
- c) Förändringar avseende modellens struktur t ex avseende antalet enheter som bearbetar olika flöden och/eller hur dessa är relaterade.

Vi sammanfattar den så långt förda beskrivningen av simulering enligt nedan.

SIMULERING SOM ANGREPPSSÄTT

Strukturella egenskaper

- a) Exogena variabler påverkar modellen av det definierade systemet (input-variabler)
- b) Representation av komplexa samband är möjlig.
- c) Dynamisk modellformulering där processer relateras till bestämda tidsintervall.
- d) Stokastiska processer kan innefattas.
- e) Olika input-outputrelationer kan representeras.
- f) Analytiska modeller kan innefattas.
- g) Beteendeprocesser kan representeras.
- h) Flera resultatvariabler kan användas för mätning av modellresultat.

Processuella karakteristika

Experimentell härledning av modellresultat

- a) Genom förändring av representation av påverkande faktorer.
- b) Genom förändring av processkarakteristika.
- c) Genom förändring av modellens struktur.

Det är vid användning av simuleringsmodeller möjligt att:

- A) Formulera hypoteser över hur existerande eller föreslagna system fungerar och testa dessa genom mätning av resultatvariabler.
- B) Genom experimentserier identifiera de variabler, relationer och parametrar som modellen är känsligast för.
- C) Värdera olika beslutsregler eller planer genom mätning av resultatvariabler, där modellen anger prognoser för olika alternativ under de givna förutsättningarna.
- D) Genom förändring av antaganden om hur olika exogena variabler påverkar det definierade systemet kan man studera hur dessa påverkar resultatvariabler för alternativa systemdesign.
- E) Studera interaktionseffekter mellan olika delsystem i en modell där dessa är interrelaterade och där effekterna kan registreras med ett antal olika resultatvariabler.
- F) Använda modellen och experimenten på denna som en katalysator där olika kunskaper integreras och olika idéer om beteenden uttestas på modellnivån.

Som tidigare omtalats finns olika begränsningar som kan göra simuleringsangreppssättet mindre lämpligt eller olämpligt att använda:

- A) Den numeriska modellformuleringen förutsätter att de i modellen representerade elementen och relationerna kan representeras i ekvationsform. Detta begränsar således användningen av simuleringsmodeller till sådana problem som är logiskt-numeriskt härledbara och omöjliggör dess användning vid flertalet informella och indirekta planeringsprocesser.
- B) Modellerna bygger på olika specifika antaganden om element och relationer, vilket försvårar möjligheterna att tolka värdena på resultatvariabler i mer generella sammanhang.

- C) Det är endast i ett begränsat antal fall möjligt att optimera värdena på resultatvariablerna, varför simulering i detta avseende är underlägset analytiska och numeriska lösningsalgoritmer.
- D) Simulering är ett mycket tids- och kostnadskrävande angreppssätt med oftast stora insamlings- och konstruktionskostnader.
- E) Det är vidare svårt att förändra en simuleringsmodell som är konstruerad efter vissa förutsättningar. En upprogrammerad modell kan således enbart användas för vissa speciella syften såvida inte stora och tidskrävande ändringar görs.
- F) Simuleringsmodeller ställer stora krav på avancerade analystekniker vid behandling av olika metodproblem.
- G) Den slutligen begränsande faktorn är emellertid att modellen inte får göras så komplex så att den blir oanalyserbar.

Sammanfattningsvis har vi här mer generellt angett olika egenskaper vid användning av simulering och beskrivit på vilka sätt modellerna kan användas samt olika karakteristika som begränsar dess användning.

Denna mer allmänna beskrivning konkretiseras i fortsättningen genom att simulering som angreppssätt analyseras mot olika typer av planeringsobjekt, där simulering ska uppfylla olika funktioner i planeringssystemet.

5.2 SIMULERINGSFUNKTIONER VID OLIKA PLANERINGSNIVÅER

I detta avsnitt beskrivs och analyseras de egenskaper i simuleringsangreppssättet som på olika planeringsnivåer är centrala vid dess användning. Således relateras funktioner vid simuleringsanvändning i planering till den i föregående kapitel formulerade referensramen.

5.2.1 Simuleringsfunktioner vid operativ planering

På den operativa planeringsnivån har ett stort antal simuleringsmodeller utvecklats för olika problemställningar. Det kan vidare tilläggas att modeller över problem på denna nivå oftast används vid pedagogiska framställningar om simulering. ²⁾

Det representerade problemkomplexet på denna planeringsnivå definieras till olika speciella uppgifter där element och relationer representeras på en låg beskrivningsnivå. De tidsmässiga konsekvenserna för enskilda beslut är i allmänhet korta och resursstrukturen kan i allmänhet fastställas med hög grad av säkerhet.

Vi har tidigare (4.2.3) karakteriserat planeringsprocesserna på denna nivå som baserad på kombinatorik av möjliga åtgärder. Vid simuleringsmodeller avspeglas detta på olika sätt t ex genom att olika regelkombinationer testas på modellnivån, att olika strukturer av möjliga objektkombinationer representeras och/eller att olika förutsättningar om modellinput uttestas.

Om vi vidare beskriver hur modellernas output användes kan detta göras i två dimensioner; graden av programmerbarhet för beslutsfattande ³⁾ och om modellen användningen implicerar ett optimeringsförfarande eller ett satisfieringsförfarande (jfr 2.1.4). Översiktligt kan detta illustreras med följande tabell:

2) Se t ex *McMillan & Gonzales (1965)*, *Naylor et al (1966)*, *Schmidt & Taylor (1970)*, *Emshoff & Sisson (1970)* och *Carter & Huzan (1973)*.

3) I analogi med tidigare definitioner avses således: a) att "hög" programmerat beslutsfattande innebär utnyttjande av på förhand bestämda regler, b) att delvis programmerat beslutsfattande innebär utnyttjande av en viss bestämd programstomme, c) att "låg" programmerat beslutsfattande innebär att modeller enbart är stöd-jande till beslutsprocesser t ex för värdering av olika alternativ eller att modellen användes för att ge beskrivningen av objekt en viss struktur som tolkas av beslutsfattaren.

	Satisfiering	Optimering
"Låg" programmerat		
Delvis programmerat		
"Hög" programmerat		

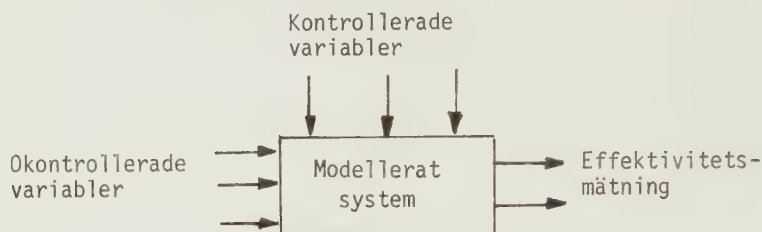
Figur 5:3. Karakteristik av modellanvändning.

"Ad hoc" kan förutsättas att utvecklandet av simuleringsmodeller på denna nivå syftar till att öka programmerbarheten av enskilda beslut för att uppoffringar för konstruktion och utnyttjande ska kunna motiveras, antingen direkt genom att modellen övertar en beslutsfunktion i systemet eller indirekt genom att beskrivningar av systemet görs så att orsak-verkankunskap om olika effekter förbättras. I det förra fallet kan då förutsättas att modellen ställs under kontroll genom att resultaten efter genomförande övervakas. I det sistnämnda fallet sker kontrollen indirekt genom att modellen får en stödjande roll och där utsagor från modellen i efterhand jämförs med "verkliga" utfall. I den simuleringslitteratur som behandlar problem på denna nivå betonas i allmänhet optimeringssyftet. Så uttrycker *Schmidt-Taylor* detta.

"The purposes of any system's analysis is to optimize the measure of effectiveness by describing a policy for the decision variables in light of the uncontrollable variables... In formulating a model we wish to associate the measures of effectiveness with both the decision variables and the uncontrollable variables. ... In the construction of any model it is paramount to identify these characteristics before any optimization scheme. This is the first step in this simulation process, i.e. to identify measures of effectiveness the decision variables and the uncontrollable variables" 4)

4) *Schmidt-Taylor*, 1970, kap. 1.

Synsättet kan illustreras med nedanstående figur:



Figur 5:4. En beslutsmodell.

Nedan analyseras och beskrivs de orsaker, som utgör motiv för användning av simulering vid planering på den operativa nivån. Vi tar här olika modellformuleringar som utgångspunkt för att ange olika orsaker, där en kombination av dessa kan utgöra motiv för valet av simulering som angreppssätt.

Om vi utgår från modellstruktur och härledning kan vi identifiera olika orsaker.

- a) Användandet av modeller med processflödesrepresentation gör det möjligt att kvantifierat härleda lösningar för problem som inte kan lösas analytiskt eller numeriskt. Denna typ av simuleringsanvändning är en av de tidigaste och mest frekvent redovisade.⁵⁾ Exempel på problemområden där simulering används för att härleda lösningar är bland annat kösituationer, sekvensplanering och balanseringsproblem vid produktionslinjer.

5) Arbeten med denna typ av modeller redovisades i de första simuleringskonferenserna. I dessa studier behandlas olika produktions-system och olika arbeten som behandlar "sequencing", "job-shop scheduling", "inventory systems" och "queuing systems". Se Report of the system simulation symposium, 1957, Report of the second simulation symposium, 1959 och Progress in Operations research I, 1961 (ed. Ackoff). Tilläggas kan att i praktiskt taget samtliga läroboksinriktade böcker om simulering i företagsekonomi redovisas dessa problemtyper som exempel på simuleringsanvändning och att en utveckling skett till mer förfingade modeller framgår inte minst genom olika artiklar i t ex Operations research och Management Science.

Gemensamt för simuleringsanvändning vid ovannämnda problemtyper är den grundläggande logiska strukturepresentationen som utgör förutsättningen för härledning. Således kommer experiment med modellen att uttrycka olika tänkbara strukturer av flöden och element som bearbetar dessa och där en utvärdering sker mot olika effektivitetsmått. I kösituationer kan t ex antalet stationer (bearbetande element) förändras genom experiment på modellnivån.⁶⁾ I ordersituationer kan olika vägar för att inplanera order utvärderas.⁷⁾ Vid linjebalansering kan olika heuristikens användas för att inplanera olika produktflöden i de olika delarna i produktionen.⁸⁾

I samtliga ovannämnda fall är således det centrala att förändringar i modellstrukturer görs utifrån hur olika flöden och processer kan kombineras för att förbättra värden på effektivitetsmått.⁹⁾ I princip kan experimentserien ses antingen som en stegvis förändring av kapaciteter (typ kö) eller också som en serie där olika regler används för planering av flödesinput (sekvensplanering) eller genom att heuristikens används för en kombination av förändringar av kapaciteter och flöden (linjebalansering). I princip erfordras således ej analytiska modeller utan lösningar härleds genom manipulation av en logisk struktur.

b) Ett annat syfte med simuleringsmodeller på den operativa nivån kan vara att över ett definierat system testa kombinationer av analytiska modeller. Exempel på sådana kombinationer är bland annat kortsiktiga prognos- och produktionsplaneringsregler¹⁰⁾ eller prognos-, prognoskontroll- och lagerregler.¹¹⁾ Även i detta fall struktureras modellen

6) Se t ex *Bruzelius*, 1972.

7) Se t ex *Le Grande* "The development of a factory simulation using actual operating data", *Management Technology*, 1963, May.

8) Se t ex *Tonge*, 1961.

9) Det bör vidare poängteras att ovannämnda exempel hänförs till beslut med kortsiktiga effekter där utnyttjandet av en resursstruktur är det väsentliga. För den mer långsiktiga planeringen av produktion och resursfördelning över ett år, krävs representation av förändringar i systemstrukturen över längre tidsperioder och påverkningsmöjligheterna är annorlunda. Se t ex *Arnér* "Simulation for planning an integrated production shop", *IAQ Quarterly* 1969, nr 4. Denna typ av planering hänförs alltså till resursplaneringsnivån.

10) Se t ex *Gullander* (1970).

11) Se t ex appendix 2 i denna rapport.

kring definierade fysiska flöden med i princip samma typ av registrering och villkor som i föregående, men där regelmängderna utgörs av analytiska modeller. Testen av olika analytiska modeller leder således fram till att ett val kan göras av regelsystem och där således modellen användes som medel för utvärdering av kombinationer av modeller.

- c) I andra fall användes simulering för att representera olika beteendeprocesser. Här läggs intresset i första hand på en kartläggning av hur dessa processer är uppbyggda och vilka faktorer som påverkar dessa.

Genom simulering ges förutsättningar dels att relativt detaljerat representera olika steg i beslutsprocesser och också att på modellen representera vilka faktorer som påverkar beteendet. Beteendemodeller på den operativa nivån har i första hand utvecklats på marknadssidan¹²⁾, där antingen olika kortsiktiga rutinmässiga beslutsprocesser har modellerats eller olika faktorer som påverkat beteendet innefattats i modellen. Simulering har utnyttjats både i ett beskrivande syfte¹³⁾ och för att påverka beteendet.¹⁴⁾ Möjligheterna att påverka beteendet har studerats dels direkt, genom att olika förändringar av beteendet uttestats, men också hur beteendet påverkas av indirekta åtgärder, t ex försäljningskvoter.¹⁵⁾

På denna nivå kan alltså detaljerade beskrivningar av enskilda processer modelleras och olika beroendeförhållanden representeras, där förutsättningarna för det studerade beteendet ställs i relation till olika påverkande faktorer.

Ovan har olika orsaker till simuleringsanvändning beskrivits utifrån modellstrukturens uppbyggnad.

12) Sådana modeller har t ex innefattat kortsiktiga prisbeslut, media-val, eller köpbeteende.

13) Jfr t ex *Cyert-March*, 1963.

14) *Tuason* (1965) använder en modell för att representera kortsiktiga rutinbeslut, typ rabatter hos en producent och testar på denna effekten av alternativa beslutsregler. Tuasons modell är beskriven i *Guetzkow, Kotler & Schultz*, 1972.

15) Se *Andersin*, 1969.

- d) Komplementärt eller oberoende av modellstruktur är möjligheterna att behandla olika variationer i modellernas flöden t ex stokastiska variationer per tidsenhet. Möjligheterna att behandla stokastiska variationer är självfallet central vid t ex kö- och lagersimuleringar. Manipulerbarheten av modellinput gör det också möjligt att med modellen mäta effekter av förändringar i flödeshastigheter, t ex olika efterfrågetrender, eller hur modellen förhåller sig till alternativa förutsättningar t ex genom känslighetstest av okontrollerade variabler.
- e) Utifrån mätning av modellens resultat kan som en ytterligare egenskap anges möjligheterna att registrera och mäta ett antal olika variabler. Denna registrering gör det alltså möjligt att bedöma modellens resultat utifrån hur väl modellen satisfierar en mängd olika målsättningar över tiden. Om t ex registreringen av konsekvenser vid löpande produktionsplaneringsproblem sker utifrån olika dimensioner som kostnadsmått, finansiella mått, kvantitetssiffror för producerande enheter och sysselsättning lämnas förutsättningar dels för en integration med andra operativa delproblem, dels för en integration mot andra planeringsnivåer.

Modellrepresentationen vid den operativa nivån syftar således till relativt detaljerade beskrivningar av problemkomplex där olika beroendeförhållanden kan representeras. Friheten vid modellformulering och härledning gör det möjligt att experimentera med olika strukturer, där resultaten kan mätas över en tidsaxel.

De speciella funktioner simuleringsangreppssättet kan ha på denna nivå kan sammanfattas i följande punkter:

- a) Konfigurationer av flöden och kapaciteter kan analyseras.
- b) Olika kombinationer av analytiska modeller kan analyseras.
- c) Beteendeprocesser kan representeras och påverkande faktorer analyseras.
- d) Olika inputkaraktistika med förändringar över tiden kan innefattas och stokastiska variationers inverkan kan registreras.
- e) Ett antal olika mätvariabler kan användas för registrering av modellresultat.

Avseende modellernas output kan särskiljas mellan a) output för programmering av beslut och b) output för beskrivningar som stöd för beslutsfattande.

Som framgått av ovan givna beskrivning sker härledning av lösningar genom mätningar av processernas utfall. Dessa kan göras i syfte att optimera en viss målvariabel (ev. under bivillkor) men också för att olika variabler ska satisfieras. I de fall då modellen övertar en beslutsfunktion har alltså skett en programmering av beslutsfattandet men även i de fall där modellresultaten tolkas av planeringssubjekten har en ökad programmering av beslutsfattandet skett genom modellens representation av objektsystemet. Vidare kan förutsättas att i allmänhet finns möjlighet till direkt jämförelse mellan planeringens resultat och verkligt utfall, då resursstrukturen kan antas vara given och modellerna behandlar beslut med kortsiktiga effekter.

5.2.2 Simuleringsfunktioner vid resursplanering

Förutsättningarna för användning av simulering på resursplaneringsnivån skiljer sig från den operativa. Så är de tidsmässiga konsekvenserna längre, omfånget av planeringsobjekten vidare, beskrivningsnivån högre, handlingsfriheten att förändra systemstruktur större och orsak-verkan kunskapen i allmänhet lägre. Modeller på denna nivå avser således att representera system där ett urval av element och relationer görs på en högre beskrivningsnivå än i det operativa fallet.

Förutsättningarna för att direkt programmera beslutsfattandet är således annorlunda än på den operativa nivån. Modellanvändningen vid enskilda beslut förutsätter att en interaktion sker mellan beslutsfattare och modellen. Dels i den meningen att det kan vara nödvändigt att pröva om modellstrukturen uppfyller olika förutsättningar som kan ha förändrats över tiden, dels att enbart ett begränsat antal förutsättningar representeras genom modellen, varför en tolkning är nödvändig för varje enskilt beslut. Sett ur detta perspektiv kan modellen ses som en resultatgenerator mot vilken planeringssubjektens alternativ utvärderas och där modellens resultatprojektion provas mot planeringssubjektens interna orsak-verkankunskap.

Av ovanstående framgår att modellen användningen kommer att ingå som en delprocess i en vidare planeringsprocess. Utgångspunkterna för hur modellen formuleras kommer på olika sätt att påverka processen och simuleringsmodellernas funktioner kommer att vara olika. Utifrån olika typer av modellformuleringar beskrivs och analyseras olika funktioner vid användning av simulering på denna planeringsnivå.

a) Utgångspunkten för modellformuleringen kan vara att denna i första hand utnyttjas som en modell över hur olika beräkningar utförs i planeringen. Modellrepresentationer avspeglar således i detta fall enbart hur beräkningarna organiserats i planeringsarbetet. Detta har legat till grund för utvecklandet av modeller som simulerar budgetberäkningar. Uppbyggnaden av dessa modeller kan beskrivas som bestående av:

1. Dataregister
2. Regelmängder som styr beräkningsrutiner i systemet.
3. Olika kommunikationsmedel (typ terminaler) som underlättar interaktion mellan modellen och planeringssubjektet.

Denna typ av modell är alltså till sin uppbyggnad relativt olik övriga refererade modelltyper, då den i sin uppbyggnad i princip inte innehåller representationer av hur processerna i systemet är relaterade, utan i stället ger en modell för konsekvensberäkningar för hur formulerade alternativ påverkar totalresultatet och där en specificering krävs av alternativens konsekvenser, t ex priser, kvantiteter.

Således kan dessa budgetmodeller ses som en automatisering av beräkningsarbetet, där resultatberäkningar över hur enskilda alternativ påverkar ett totalresultat. Det automatiserade beräkningsarbetet gör det snabbt möjligt att med låg kostnad pröva resultatet för ett stort antal alternativ.

Mattessich uttrycker funktioner vid budgetsimulering enligt följande:

"Thus, a budget computer model offers two major advantages.

- (i) It enables the simulation of the financial and operational aspects of a firm on a broad scale, incorporation a sizeable numbers of variables and taking explicitly into consideration some boundary conditions and adaptive controls.
- (ii) It relieves management in general and the budget director in particular from the nightmare of weary and costly budget revisions...

... The optimization concepts have a precise mathematic meaning and should not be confused with notions like "reducing costs", "increasing profits", or "improving the product-mix" to satisfactory levels. However, this "satisficing procedure" might be all we can ever expect from budgetary control. In such a case, analytical models offering an optimization algorithm can be renounced and regress can be taken to system-simulation which enables to take care of a much greater number of variables, hopefully bringing about a more realistic counterfeit of the firm." ¹⁶⁾

Dessutom förtjänar det att påpekas att modellen också kan användas för att identifiera olika kritiska faktorer.

Mattessichs arbete från 1964 uttrycker de grundläggande funktionerna vid budgetsimulering. Utvecklingen mot förbättrade registreringssystem, "time-sharing" och datatransmission har dels lett till att systemen kunnat utvecklas i omfång, dels att interaktioner mellan beslutsfattare och modell förenklats.

Lande ¹⁷⁾ understryker att modeller av denna typ i första hand är väsentliga för organisation av information och för att ge beslutsfattare på olika nivåer översiktliga informationer om utfallen av olika planförslag.

Boulden ¹⁸⁾ pekar på att modellerna kan användas snabbt och att förändringar av förutsättningar enkelt kan tas hänsyn till genom dessa modeller. *Boulden* pekar också på att olika subrutiner, t ex prognosmodeller, direkt kan förbättra beslutsunderlaget.

Jones ¹⁹⁾ utgår från användarens situation i en beskrivning av "interactive manager-computer systems" och visar hur ett "display-system" kallat "Universal Front End System" gör det möjligt att underlätta

16) *Mattessich*, 1964, s 8.

17) *Lande* "How to use the computer in business planning" 1969.

18) *Boulden* "Instant Modelling" i Schrieber, 1970. *Boulden & Buffa* "Corporate models: on-line, real-time systems", HBR, 1970, July-August.

19) *Jones* "At last: real computer power for decision makers", HBR, 1970, September-October.

användandet genom att användaren kan få överblick över förutsättningarna och att modellresultat kan visas grafiskt.

I "programpaket" som utvecklats av företag i databranschen²⁰⁾ utnyttjas en generell uppbyggnad av registreringssystem, beräkningssystem och informationsöverföring. Från dessa programpaket finns möjligheter för individuella företag att utveckla speciella subrutiner. Användandet av modellerna gör det också möjligt att göra kontinuerliga budgetkontroller till låg kostnad.

I sammanfattning kan ovan beskrivna typ av simuleringsmodell karakteriseras som ett registrerings- och beräkningssystem, som möjliggör att olika alternativ kan utvärderas till låg kostnad och där det automatiserade beräkningsarbetet möjliggör löpande kontroll av planer, som kan formuleras för olika nivåer eller avdelningar inom organisationen. Genom att modellen i sig enbart representerar beräkningsrutiner är den tillämpbar under förändrade förutsättningar men ger å andra sidan ingen beskrivning av beroendeförhållanden mellan olika processer i systemet.

b) Om däremot modellen formuleras med utgångspunkt från att den ska uttrycka olika beroendeförhållanden av det representerade systemet kommer modellens funktioner att förändras. I detta fall ska således modellen också innefatta en orsak-verkankunskap om vilka variabler och variabelrelationer som är väsentliga för planeringsobjekten och hur dessa inbördes är relaterade, varför en förändring av en variabel kommer att ge till följd att andra variabler förändras. Interaktionen mellan användaren och modellen är mot den tidigare beskrivna användningen förändrad i så måtto att alternativgenereringen sker mot en orsak-verkankunskap som är uttryckt i modellen. Detta ställer krav på att modellstrukturen dels prövas allteftersom kunskaperna om systemet förändras, dels prövas allteftersom förutsättningarna för modellanvändning förändras.

20) Som exempel på ett sådant system kan nämnas "Buster" (Budgetsammansställning via terminal) utvecklat av Datema AB, Stockholm. Detta programpaket är ett exempel på hur ett flexibelt beräkningssystem skapats, som på kort tid (1,5 år) börjat utnyttjas av ett större antal (sextio) organisationer. I princip synes modellutnyttjandet i första hand ha varit inriktat på beräkningar över konsekvenser och uppföljning av olika budgets.

Little beskriver användningen av en sådan modell avseende reklam-budgetering i följande punkter.

1. Setting up the model according to the annual brand plan.
2. Updating the model on the basis of year-to-date results.
3. Evaluation of new strategies.
4. Predictions of future results." 21)

I *Little*s exempel har reklambudgeten ställts under vissa angivna beroendeförhållanden om konkurrenter, pris, kvantiteter etc. I modellen specificeras sedan olika antaganden om hur olika reklammedia påverkar försäljningen. *Little* beskriver denna specificering som en del av modellbyggandet, där ansvariga linjechefer deltar i processen. På detta sätt kan modellen ses som ett uttryck för planeringssubjektets orsak-verkankunskap. *Little* sammanfattar modellens önskvärda karakteristika enligt följande:

"A manager tries to put together the various resources under his control into an activity that achieves his objectives. A model of his operation can assist him but probably will not unless it meets certain requirements. A model that is to be used by a manager should be simple, robust, easy to control, adaptive, as complete as possible, and easy to communicate with. By simple is meant easy to understand; by robust, hard to get absurd answers from; by easy to control, that the user knows what input data would be required to produce desired output answers; adaptive means that the model can be adjusted as new information is acquired; completeness implies that important phenomena will be included even if they require judgmental estimates of their effect; and, finally, easy to communicate with means that the manager can quickly and easily change inputs and obtain and understand the outputs." 22)

Som framgår av ovanstående citat blir simuleringsmodellens funktion att systematisera olika kunskaper mot vilka alternativ prövas men där anspråken på modellen inte är att den ska innehålla en i någon mening "fullständig" information, utan användningen blir beroende av planeringssubjektets tolkningar. Som framgår av citatet ställs krav på en uppdatering, varför en modell med låg detaljeringsgrad över ett system, typ organisation, blir svårhanterlig. I stället kan olika

21) *Little*, "Models and managers: The concept of a decision calculus", *Management Science*, 1970, April, s B-480.

22) *Little*, op.cit., s B-466.

modeller användas över olika definierade delsystem i det vidare systemet.

c) I första punkten belystes simuleringsfunktioner vid användandet av ett traditionellt beskrivningssystem (budgetstommen), i den andra modellrepresentationen där olika slag av orsak-verkankunskap innefattas. Vid en modell på resursplaneringsnivån kan också finnas möjlighet att för vissa delsystem formulera analytiska modeller som sammanbindes genom delsystemens relationer i totalmodellen.²³⁾ På sådana modeller kan experiment göras med olika algoritmer och modellresultaten registreras för modellen över totalsystemet.

Jääskeläinen anger möjligheter att utnyttja en modellformulering som innefattar olika analytiska och/eller numeriska modeller.

"The models of management science are explicitly aiming of optimization in one sense or another. ...

A reason for the lack of extensive application of management science models may also be the fact that they are in no way tied together with the traditional management models of accounting and budgeting... It has been noted that it is possible to present accounting by utilizing the same mathematical tools that are used in presenting the concepts of linear programming. This realization has led to the notion that it is possible to create a close correspondence between these two techniques. As a result a long step has been taken toward the point in time the master budget of an industrial organization can be drawn up with the help of an analytical model taking all departments and levels of organization into account and when the resulting plan can be converted into monetary dimension with the help of a computer. This master plan can then be decomposed into detailed subplans which are mutually consistent and which can be distributed to each department and each level of management into either physical or monetary dimensions as required by each individual manager."²⁴⁾

I Jääskeläinens fall utnyttjas modellen för representation och lösning av ett (abstrakt) produktionssystem, där olika modeller används

23) Ett exempel på hur modeller utnyttjas för utvärdering av speciella delsystem anges av *Boulden & Buffa*, "Corporate models: on line, real systems", HBR, July-August, 1970. I detta fall har olika modeller över produktionssystemet utvecklats där specifika frågor kan utvärderas. Modellerna över delsystemet produktion ingår i sin tur som submodeller till en mer övergripande modell.

24) *Jääskeläinen*, 1970, s 16-18.

för olika delsystem. Tilläggas kan att en modellformulering av denna typ erfordrar att olika delsystem kan urskiljas, för vilka vardera en modell kan formuleras. Detta medför att enbart vissa delar av en organisation kan representeras med denna typ av modeller och att enbart vissa aspekter kan innefattas i modellformuleringen.

I föregående tre punkter har behandlats simuleringsfunktioner vid resursallokering över bestämda tidshorisonter, men där modelluppbyggnaden av modellens funktioner varit delvis skilda. I ena fallet är modellen uppbyggd kring en budgetstomme, i andra fallet kring en modell över hur olika faktorer påverkar varandra och i det tredje kring hur analytiska och numeriska modeller kan användas för styrning av delar av systemet.

d) Ett annat användningsområde på resursplaneringsnivå är utformningen av ett administrativt system för hur olika aktiviteter ska samordnas. Då användes modellen för att mäta konsekvenserna av olika utformningar av systemet. Simuleringsangreppssättets funktioner i detta sammanhang blir således att representera olika (komplexa) samband i systemet, där alternativa utformningar av det administrativa systemets effekter mäts med ett antal olika resultatvariabler. Detta kan leda fram till att ett antal olika operativa delmål bestäms och/eller att normer för beslut fastställs.

Ett exempel på ett problemområde där sådana modeller kan utgöra test- och mätinstrument, är samordningen mellan försäljning och produktion. I detta fall (på resursplaneringsnivån) avser modellen inte i första hand att ge svar på hur enskilda order ska inplaneras, utan hur en balans på längre sikt ska uppnås mellan krav på försäljning och utnyttjande av produktionskapaciteter. Delar av sådana styrsystem blir då försäljningsplanering, inköpsplanering och produktionsplanering för olika säsonger.²⁵⁾ Ett av de mera välkända exemplen på hur en

25) *Arnér* beskriver hur en simuleringsmodell utnyttjats för planering av textilproduktion. I detta fall utmärks systemet av olika säsonger för försäljning och tillverkning, samtidigt som en viss leveranstid erfordras för inköp av råmaterial och överblivna varor som har lågt värde efter försäljningssäsongen. Arnér använder modellen för att testa vad förändringar i olika aktiviteter kommer att medföra för organisationen, t ex möjligheter att få order tidigare, tidigare inköp av råmaterial, förändring av tillverkningsplanering. Arnér, "Simulation for planning an integrated production shop", IAG Quarterly, 1969, nr 4.

modell över flera delsystem kan användas för att studera interaktioner mellan olika administrativa delsystem är Forrestergruppens modell över försäljning - produktion - lager och anställning vid en amerikansk elektroniktilverkarare ("Sprague-modellen"). *Roberts* beskriver några av de slutsatser som kunde dras från denna studie enligt följande:

"... to the design of a control system for such an organization will recognize: (1) Better information on sales is necessary; (2) Such information should properly be smoothed to eliminate possibilities of chance orders - rate variations; (3) inventories should be periodically checked, and reorders generated when needed to bring stocks in time with target inventories; (4) order backlogs should not be allowed to drift too far from the normal levels; and (5) work force should be adjusted to meet the desired production rate that stems from consideration. Using our earlier company model, we can readily build into the model a management control system that incorporates all these features." 26)

e) Simuleringsangreppssättet kan på denna nivå även användas för att studera hypoteser om olika beteendebegrepp. Till skillnad mot den operativa nivån studeras här summan av olika effekter på organisationen som helhet. Exempel på sådana beroendeförhållanden är de effekter som redovisnings- och budgeteringssystem kan ha på olika former av programmerat beslutsfattande, då i dessa system de bestämda budget-siffrorna för olika enheter kan uppfattas som mål som enheterna strävar att uppnå och där graden av måluppfyllelse registreras genom redovisningssystemet. *Bonini* har haft ovanstående problem som en viktig utgångspunkt för formulering av simuleringsmodell.

"It would be very useful, I think, to include in systems studies certain decisions which are not programmable particularly control-in-the-small type decisions..."

-
- 26) *Roberts*, "Industrial Dynamics and the Design of Management Control Systems" i *Bonini, Jaedicke, Wagner*, 1964, s 92. Modellen beskrivs utförligt i *Forrester*, 1961. Möjligheterna att utnyttja modellen i praktiken beskrivs av *Carlson*, "An industrialist views Industrial Dynamics", *Industrial Management Review*, 1964, Vol 6, nr 1. Enligt *Carlson* kunde modellen främst utnyttjas för att minska "onödiga" svängningar i produktion, medan dess användbarhet för försäljningsplanering var begränsad.

It would be equally useful to incorporate budgetary and cost accounting procedures in a complete systems analysis. For it is important to know, not only how various budgetary and standard setting procedures affect individuals and their sub-units of the firm, but also how these procedures affect the firm as a whole." 27)

I Boninis studie har alltså intresset till stor del riktats mot en analys av relationerna mellan informationssystem och beslutssystem i en organisation och effekterna av alternativa utformningar utvärderas med en sammanfattande modell. Modellens centrala funktion vid denna användning blir således som instrument för att studera och påverka interaktioner mellan olika delar av det modellerade systemet.

Ovan har vi angett olika karakteristika och funktioner vid användande av simuleringsmodeller på resursplaneringsnivå. De strukturella förutsättningarna för användning av simulering medverkar till att såväl processen vid användning, som modellernas funktioner är olika gentemot den operativa nivån. I grova drag kan processen att planera med hjälp av en simuleringsmodell här ses som en interaktionsprocess mellan planeringssubjektet och den modell som formuleras och utnyttjas för att generera mätningar av olika alternativs konsekvenser. Beroende på utgångspunkterna vid modellformuleringen kommer dock simuleringsfunktionerna att vara olika för olika typer av modeller.

- a) Om modellen formuleras utifrån hur olika beräkningar utförs i planeringen, kommer modellens huvudsakliga funktioner att vara beräkningar av hur olika alternativs konsekvenser påverkar totalresultaten. Modellen kan vidare utnyttjas för identifikation av kritiska faktorer, organisation av dataunderlag och information till beslutsfattare samt för kontrolländamål.
- b) Om modellen representerar hur olika faktorer påverkar varandra i planeringsobjektet krävs en prövning av om modellstrukturen är giltig före användandet och i detta fall kan modellen ses som en del av den orsak-verkankunskap som finns i organisationen och där modellens funktioner blir att systematisera denna kunskap, för att en

27) *Bonini*, "Simulation of organizational behavior" i *Bonini, Jaedicke & Wagner*, 1964, s 92.

Vi har tidigare karakteriserat planeringsprocessen på den strategiska nivån som en designprocess, där olika alternativ konstrueras och bedöms utifrån hur effekterna av dessa påverkar systemet som helhet och där adaptationen på lång sikt är central. Karakteristiskt för problemlösningen är följaktligen den sökprocess som leder till att nya alternativ identifieras och den inlärningsprocess som gör att effekterna av dessa kan bedömas. Processen kännetecknas vidare av att den till stor utsträckning centreras till organisationens anpassning i miljön.

Vid simuleringsmodeller på den strategiska nivån är således representationen av organisationen som en del av ett vidare system central, såväl för förståelsen av organisationens tänkbara strategier som för att mäta konsekvenserna över ett längre tidsperspektiv. Antingen kan modelleringen avse att representera organisationen som en del av en viss marknad eller (oftare) modelleringen göras med utgångspunkt från organisationens relationer med miljön. Vidare kan intresset vid modellformuleringen centreras till olika aspekter, t ex finansiella eller marknadsmässiga, och modellerna kan formuleras för att belysa antingen vissa specifika problem t ex långsiktiga investeringar eller för att mer allmänt tjäna som hjälpmedel för en övergripande planering, t ex långsiktsplanering. Nedan belyses simuleringsfunktioner för olika typer av modellformuleringar.

a) Från forskare ²⁹⁾ som studerat interaktionen mellan olika delar av en totalmarknad framhålls att modellerna kan uppfattas ur olika aspekter.

Så framhåller *Balderston & Hoggatt* att den flerledsmarknad som de modellerat kan utnyttjas för planeringsändamål och sammanfattar detta enligt följande:

"From the point of view of the manager, the market as described here is a complex environment in which his firm is impacted. With relatively minor modifications a market model of the type

29) Det bör här påpekas att modeller med denna utgångspunkt i första hand formulerats utifrån ett deskriptivt forskningssyfte och inte för att de direkt ska tillämpas i organisationers planering.

described can be used to investigate such managerial questions as the short-run forecasting of price and other market variations in response to changes of final demand, the relative desirability of alternative patterns of vertical integration, and the pay-off to alternative decision-rules."30)

I detta fall kan alltså huvudvikten läggas vid det individuella företagets sätt att bestämma handlingar, i en modell över en komplicerad marknad.

Cohen framhåller bl a följande synpunkter i samband med en modell som använts för att avbilda det aggregerade beteendet hos flera led i en marknad över ett antal år.

"The main advantage of using simulation as a tool in economics is a concrete procedure for formulating and testing hypotheses. A frequent objection raised against mathematical models of economic systems is that the models are unrealistic. This is often true because adding realism requires adding complexities as well. Since most mathematical models are intended for analytical solution, their complexity and realism must be severely limited. Computer models, however, can be made as complex and realistic as our theories permit, for analytical solutions to these models are unnecessary... A further advantage of computer models is the ease of modifying the assumptions of the model. ... The use of computer process models can provide much greater insights into the dynamic implications of economic theories. Understanding the nature of the behavior through time of the economic forces may become synonymous with being able to program and simulate these forces." 31)

Här framhålles alltså, förutom möjligheterna att avbilda komplicerade system, också möjligheterna att behandla dynamiska samband i systemet. 32)

I sammanfattning kan alltså konstateras att simuleringsangreppssättet gör det möjligt att representera system innehållande flera led av företag, där olika beroendeförhållanden mellan enheterna kan representeras över en tidsaxel.

30) *Balderston & Hoggatt*, 1962, s 2.

31) *Cohen*, 1960, s 81-82.

32) Den dynamiska aspekten är självfallet central i de studier som avser att modellera tillväxtförlopp t ex *Nord* (1963) och *Packer* (1964).

b) I föregående punkt var citaten hämtade från arbeten som utvecklats med nära anknytning till ekonomisk teori. För planering i enskilda organisationer är emellertid den naturliga utgångspunkten den enskilda organisationen och dess relationer till miljön - vilket för marknadsbaserade modeller varit den vanligaste utgångspunkten. Även i detta fall kan olika led i marknaden innefattas i modellformuleringen. Så beskriver *Kotler*) olika segment i en marknadsmodell enligt följande klasser: Miljömodell, företaget och dess konkurrenters beslutsmodeller, modeller över distributörer, modeller över köpare och slutligen försäljnings- och kostnadsmodeller. Avsikten med en sådan modell kan i första hand anges som en väg att förbättra informationsbehandlingen för organisationen och därmed öka förutsättningarna för design av lämpliga strategier. *Kotler* uttrycker detta enligt följande:

"With such a model for a given product within its total environment, the marketing executive can experiment with any number of detailed plans to determine the best one. While computerized models will not guarantee success in marketing, they are likely to produce better results than intuition alone.

Marketing plans will always be subject to unknown risks and so must be tempered by the judgment and experience of the decision maker. But a systematic analysis of market forces and their probable effects on a particular product will go a long way toward keeping the risks within tolerable limits.")

Från denna utgångspunkt blir processen att formulera och utnyttja modellen det centrala och kan ses som en sök- och läroprocess.

- "1. The simulation process can be used to explore the implication of management's perceptions about the external environment. ...
2. Simulations can be used to integrate and systematize large quantities of information obtained from past marketing research studies and secondary sources.
3. A simulation model which has been accepted as reasonable representation of the real world can be used to guide

33) *Kotler*, Corporate models: better marketing plans, HBR, 1970, July-August.

34) *Kotler*, op.cit., s 149.

future research activities...

4. Once a market simulation model has been validated to the satisfaction of both research and management personnel, the method of artificial experimentation can be used to derive forecasts of sales levels, market penetration rates, profits, or other criterion variables conditional upon alternative specifications of the elements of the firm's marketing mix. The model can act as a kind of synthetic test market and can be used to screen alternative strategies without incurring the risk or expense of experimentation in the real world...

Finally, the effort required to build and test a simulation model usually yields an important by-product in the form of the learning experience it affords managers and researchers involved in the study..." 35)

I sammanfattning kan alltså konstateras att simuleringsangreppssättet inte enbart gäller konsekvensberäkningar och resultatprojektioner, utan i än högre grad den lärprocess som modellkonstruktionen och modellanvändningen ger upphov till.

c) I föregående punkter har vi beskrivit olika funktioner för simuleringsmodeller, som i första hand avser att representera olika relationer mellan företag och miljö. Centreras intresset i stället på hur miljörelationer påverkar beroendeförhållanden i organisationen, kommer modellrepresentationen i första hand att fokuseras på en representation av de interna processerna. I merparten av så kallade "corporate models" representeras också relationerna till marknaden genom olika prognosmodeller, som ger inputvärden till modellen över organisationen.

Olika källor och empiriska undersökningar ³⁶⁾ pekar entydigt på att den finansiella värderingen varit central vid utvecklingen av "corporate models", vilket också framgår vid en granskning av olika

35) Amstutz & Claycamp, 1966, s 5-7

36) Se text Gershefski "Corporate models - the state of the art" och Dickson, Mauriel & Anderson "Computer assisted planning models: A functional analysis" i Schrieber, 1970. Hammond "Do's and don'ts of computer models for planning", HBR, 1974, March-April. Naylor "Corporate models", Simulation today, nr 16.

företagsbaserade "corporate models".³⁷⁾ En huvudfunktion vid "corporate models" blir de finansiella mätningar som en modellprövning av olika strategier och/eller förutsättningar resulterar i.

En ungefärlig bild av olika användningsområden ger nedanstående tabell.³⁸⁾

<u>Modellanvändning</u>	<u>Antal gåingers omnämning</u>
1. Värdera olika strategier	30
2. Framställa reviderade finansplaner	22
3. Användande vid operationalisering av mål	20
4. Utgöra underlag för analys av beroende delprojekt (eller varor)	20
5. Bestämma känslighet av vinst till externa faktorer	17
6. Dokumentera utvecklingen av finansiell ställning	16
7. Tjänstgöra som medel för hänsynstagande av flera variabler i planeringen	16

De olika företagsanpassade simuleringsmodeller³⁹⁾, som utvecklats visar också på att modellerna resulterar i ett antal olika finansi-

37) Se *text Schrieber, 1970, Boulden & Buffa, "Corporate models: on-line, real-time system", HBR, 1970, July-August och Naylor, op.cit. (Simulation today).*

38) *Gershefski "Corporate models - the state of the art" i Schrieber, 1970, s 37.*

39) Se tidigare givna referenser: *Schrieber(1970), Boulden & Buffa 1970, Hammond (1974) och Naylor (Simulation today, nr 16).* En kraftigt stigande användning av "Corporate models" har konstaterats. I *Gershefskis* undersökning (*Schrieber, 1970, s 29*) redovisas följande uppgifter från 323 företag som är medlemmar i "Planning Executive Institute". Av dessa hade 67 påbörjat konstruktion av detta slag av modeller med startår enligt följande:

1968	1967	1966	1965	1964	1963	1962	...	1959
18	17	13	5	4	3	2		1

Dessutom rapporterade 39 företag att de planerade att starta modellkonstruktion inom ett år. Hammond (1974) visar också på att modellanvändningen fortsatt att öka och Naylor (*Simulation today*) gör följande prognos: "In the next ten years we are likely to see nearly every major corporation in the United States and the entire Western world experimenting with these models. Those firms which learn to make proper use of them may reap substantial competitive benefits over the long run."

Aven om sistnämnda uttalande tas med viss reservation är tendensen mot ett ökat användande klar.

ella uppställningar t ex balansräkningar, lönsamhetsberäkningar, "cash-flow" och olika finansiella relationstal. Så använder Xerox Co modellen för följande ändamål: 1) för att testa genomförbarhet av olika strategier, 2) för att identifiera framtida problem, 3) för att värdera finansiella effekter av strategier, 4) för att mäta nya förslags påverkan, 5) för att diagnostisera olika felaktigheter, 6) för att visa effekter av miljöförändring och 7) för att tidsin-planera olika strategier.

Medan modellernas output och principiella användningsområden är likartad mellan olika specifika modeller är däremot uppbyggnaden av modellernas struktur principiellt olika. I vissa anges bara huvudsamband mellan fysiska flöden och finansiella, i andra görs detaljerade representationer i interna beroendeförhållanden. I det förra fallet ges modellen en mer flexibel struktur som är enklare att förändra. I det senare görs mer komplicerade abstraktioner av systemet som å ena sidan medför att modellen kontinuerligt måste förändras men å andra sidan ger mer specificerade representationer som kan användas för fler ändamål. I den nuvarande kunskapssituationen har egentligen ingen teori utbildats om lämpligheten i fråga om detaljeringsgrad mer än att några misslyckade studier⁴⁰⁾ pekar på risken av att modellens komplexitet måste begränsas. Olika vägar finns för att lösa detta problem, dels genom att bygga upp den i ett antal moduler och dels att använda andra fristående modeller parallellt. Vidare kan också tilläggas att erfarenheter pekar på att det är lämpligast att börja med en relativt generell modell ("top-down") för att sedan efterhand göra den mer detaljerad i motsats till att börja med en detaljerad modell ("bottom-up").⁴¹⁾

40) Bland misslyckade modellförsök kan nämnas Boeing, Sun-Oil och Wells Fargo Banko. *Goldie* granskar Boeing-modellen i "Simulation and Irritation", Schrieber, 1970. *Gershefski* beskriver Sun-Oil modellen medan den ännu ansågs "lyckad" i "Building a Corporate financial model", HBR, 1969, July-August.

41) Se t ex *Browns* beskrivning om utvecklandet av olika modeller i Xerox "Stages in the life cycle of a corporate planning model" i Schrieber, 1970, spec. s 101-104. *Springer* betonar vikten av att modellen utvecklas utifrån ett globalt synsätt i Springer "Strategic Management in General Electric", 1973, stencil. I avsikt att betona vikten av att ansvariga beslutsfattare är direkt inblandade i modelleringsprocessen använder *Hayes & Nolan* begreppet "inside-out" i "What kind of corporate models functions best?" (HBR, 1974, May-June).

En modell som strukturerats kring olika fysiska flöden vid tillverkning, transporter och försäljning är "Standard Oil Financial Corporate model".⁴²⁾ I denna har dels skett en uppdelning på produkter och geografiska marknader, dels uttrycks det kapitalbehov som produktionen av en vara medför med olika kapitalkoefficienter. Komplementärt till modellen används ett antal submodeller för att generera input till bl a tillverkning (oljeborrning) och transporter. Modellen utnyttjas enligt följande i planeringsprocessen:

"The Jersey Financial Corporate Model provides not only an organization for information, but also a tool for developing long-range plans. Cases can be run to evaluate investment programs, test sensitivities, and conduct special studies. Used as a Management Information System, the Financial Corporate Model provides an effective means for conducting a constant and meaningful dialogue between Field Management and New York Headquarters. Incorporated into the model are crude transfer prices, freight rates, projected volumes, forecast of investments, gross realizations, unit operating costs, financial coefficients such as depreciation rates, interest rates, tax rates, and the integration of agreed upon bases and assumptions."⁴³⁾

I sammanfattning kan konstateras att "corporate models" funktioner i huvudsak kommer att vara integration av olika orsak-verkanskaper, där modellen ger finansiella mätningar över tiden och där modellens uppbyggnad bestämmer möjligheterna att testa nu detaljerade frågeställningar.

d) I tidigare punkter har vi behandlat modeller, där den enhet mot vilka mätningar görs, är organisationen som helhet. En annan typ av modeller på den strategiska nivån är inriktade på mätningar av specifika projekts konsekvenser. En typ av strategiskt beslutsfattande är val av nya produkter och marknader. För att vara stödjande för denna typ av beslut kan t ex en modell av tidigare beskriven art vara svårhanterbar, medan det å andra sidan kan finnas behov av att systematisera olika faktorer. Denna problemställning präglas bland annat av att ett stort antal osäkra faktorer påverkar utfallen. Möjligheterna att systematisera dessa faktorer i en modell,

42) *Albe* "Corporate model system" i Schrieber, 1970.

43) *Albe*, op.cit., s 84.

där olika sannolikhetsvärden kan åsättas olika faktorer, kan vara motiv för användning av simulering. Genom att använda en modell kan olika befattningshavare skatta olika värden och sannolikheten av olika, upprepade "försök" med denna ger här mätningar, som gör att medelvärden och spridningsmått kan beräknas. *Herz*, som utvecklat en modell för investeringsbeslut under risk, anger syftet med en sådan simulering enligt följande:

"Our objective is to give a clear picture of the relative risk and probable models of coming out ahead or behind in the light of uncertain foreknowledge.

A simulation of the way of these factors may combine as the future unfolds is the key to extracting the maximum information from the available forecasts." ⁴⁴⁾

Pessemier ⁴⁵⁾ har utvecklat modellen för val av nya produkter. Några huvudpunkter i användningen är:

- 1) Befattningshavare formulerar marknadsstrategier, produktionsstrategi och förutsättningar om miljön.
- 2) De anger försäljningssiffror, priser och kostnader för varje år av planeringsperioden.
- 3) De anger vidare ett optimistiskt och ett pessimistiskt värde för varje osäker huvudfaktor. Detta möjliggör användande av stokastiska fördelningar.
- 4) Ett antal upprepningar görs av den formulerade modellen.
- 5) Fördelningar av diskonterade betalningsströmmar kan beräknas.
- 6) Modellen kan kalkylera olika former av sidoinformation.

Urban ⁴⁶⁾ har vidareutvecklat modellen till att gälla beroendeförhållanden mellan olika produkter och i efterfrågan även tagit in olika faktorer som produkternas livscykel, konkurrenternas beteende

44) *Herz* "Risk analysis in capital budgeting", HBR, 1964, Jan-Febr.

45) *Pessemier*, 1966.

46) *Urban* "A new product analysis and decision model", Management Science, 1968, April.

etc. Root⁴⁷⁾ har i olika tillämpningar sökt relatera användandet till organisationella förhållanden.

Sammanfattningsvis kan simuleringsmodellens funktion sägas vara en utgångspunkt för organisation av planeringsprocesser som gör det möjligt att beakta ett stort antal faktorer under hänsynstagande till osäkerhet och där modellen ger fördelning av alternativens konsekvenser.

e) Ett ytterligare användningsområde för simulering på den strategiska nivån är möjligheten att genom en heuristikformulering utvärdera hur olika investeringsobjekt (med långsiktiga konsekvenser) kan samordnas. I detta fall specificeras sökprocessen numeriskt och modellen syftar till en utvärdering av alternativa design av resurser. Här utnyttjas således angreppssättet för lösning av illa-strukturerade problem.⁴⁸⁾ Denna typ av användning har hittills begränsats till design⁴⁹⁾ och lokalisering av fysiska resurser t ex fabriker, försäljningsställen och depåer.⁵⁰⁾ Tilläggas bör att användandet av modellerna implicerar dels att specificeringen av förutsättningar sker inom en given strategi dels att tolkningen av modellens output ställs i relation till företagets handlingslinjer.

Av ovanstående framgår att tolkat i beslutstermer kommer simuleringsanvändning i huvudsak att utnyttjas för lågprogrammerat beslutsfattande. I det första fallet utnyttjas modellen för analys av olika samband i miljön. I de två följande kan strategiers utfall för organisationen mätas mot modeller över organisationer och/eller miljön. Användandet av simulering vid konsekvensberäkningar av enskilda pro-

47) Root, "Implementation of risk analysis for the management of product innovations", 1972 i "Computer simulation versus Analytical Solutions for Business and Economic Models", 1972, IV.

48) Se t ex Newell, "Heuristic programming: Ill-structured problems" i Aronofsky, 1969.

49) För en översikt av designmodeller (fysiska) se Moore, "Computer aided facilities design: An international survey", 1973 (2nd International Conference on Production Research.)

50) Se t ex Kuehn & Hamburger, "A heuristic program for locating warehouses", Management Science, 1963, July.

jekt på denna nivå, implicerar såväl en individuell informationsinsamling som en tolkning av resultat och vid modeller formulerade för heuristiksanvändning är förhållandena likartade i dessa avseenden. Den systematisering av orsak-verkankunskap som sker genom användande av simulering måste alltså på olika sätt bli föremål för tolkningar och modellanvändningen implicerar vidare ett satisfieringsförfarande.

Gemensamt för ovan angivna funktioner vid simuleringsanvändning på den strategiska nivån har varit att modellen använts som ett medel att systematisera orsak-verkankunskap, som möjliggjort att olika mätningar av utfall för planer och strategier kunnat göras.

a) Om modellen avser att representera den enskilda organisationen som en enhet av en marknad eller bransch kommer beroendeförhållandena mellan enheterna att vara centrala för analys av den enskilda organisationens möjligheter.

b) Om modellen formuleras utifrån den enskilda organisationens relationer till miljön kan modellen tjäna som ett medel för organisation av kunskaper som finns hos olika befattningshavare och modellanvändningen ingår som ett led i en sök-lärprocess. De resultatprojektioner som modeller ger upphov till kan således tolkas mot den övriga information som finns inom organisationen.

c) Om modellen i huvudsak representerar interna beroendeförhållanden och olika prognoser användes som input till modellen kan den utnyttjas för integration av olika orsak-verkankunskaper om interna samband. Om modellen utmynnar i olika finansiella mätningar över tiden ger den således information om hur strategier och/eller villkor påverkar organisationens resultat och finansiella status och där möjligheten att testa olika frågeställningar är beroende av modellens uppbyggnad.

d) En annan utgångspunkt för modellanvändningen kan vara att modellen ska användas som medel för konsekvensberäkningar vid speciella projekt för att organisera insamling av olika typer av information. I detta sammanhang kan också möjligheterna att modellen kan innehålla stokastiska fördelningar utnyttjas samt att modellen vid upp-

repade försök ger fördelningar över alternativens konsekvenser.

e) Vidare kan simulering utnyttjas vid olika problem där en heuristiksprocedur utnyttjas för generering och värdering av alternativ.

5.3 SAMBAND MELLAN PLANERINGENS FÖRUTSÄTTNINGAR, SIMULERING SOM ANGREPPSSÄTT OCH SIMULERINGSFUNKTIONER

Som framgått av föregående avsnitt är syftena vid simuleringsanvändning olika på de olika nivåerna.

Vid den *operativa nivån* används simulering direkt till definierade problemkomplex och syftet kan vara att formulera algoritmer, regelsystem eller normer för frekvent återkommande beslut.

Vid den *resursplanerande nivån* används simulering för värdering och mätning av flera interagerande delsystem och syftet kan vara att på modellnivån pröva alternativa planer eller administrativa system, testa hypoteser om beteenderelationer, eller värdera olika resursförändringar. Modellernas användning förutsätter vid varje tillfälle interaktion med planeringssubjektet och modellerna kan användas som komplement till andra planeringsmetoder.

Vid den *strategiska nivån* kan simulering användas för mätning av hur olika förutsättningar och alternativ påverkar ett system, typ företag. Modellerna kommer härvid att baseras på ett stort antal olika antaganden om systemets egenskaper och en viktig orsak för simuleringsanvändning är att modellen kan tjäna som katalysator för informationsinsamling i en lärprocess för organisationen. Således kommer simuleringsanvändning på denna nivå att tjäna som ett stödjande hjälpmedel för planering i situationer som ej "fullständigt" kan modelleras kvantitativt.

I de följande tre figurerna sammanfattas simuleringsfunktioner vid olika planeringsnivåer:

I den första anges utifrån den givna karakteristiken av operativ planering dels olika karakteristika för simulering som angreppssätt vid denna nivå, dels vilka funktioner som simulering *kan* ha vid operativ planering.

I den andra anges utifrån den givna karakteristiken av resursplanering dels olika karakteristika för simulering som angreppssätt vid denna nivå, dels vilka funktioner som simulering *kan* ha vid resursplanering.

I den tredje anges utifrån den givna karakteristiken av strategisk planering dels olika karakteristika för simulering som angreppssätt vid denna nivå, dels vilka funktioner som simulering *kan* ha vid strategisk planering.

Vi ställer alltså simulering som angreppssätt i relation till olika typer av planeringsobjekt, vilket leder till slutsatsen att de mer generella egenskaperna hos simulering utnyttjas på olika sätt och för olika syften. Detta visas i de följande tre figurerna.

OPERATIV PLANERING

Planeringens förutsättningar

Låg (inre) handlingsfrihet, liten omfattning, korta tidsmässiga konsekvenser, låg beskrivningsnivå, hög orsak-verkanskapskap och där problemlösningssprocesserna är av kombinatorisk karaktär som resulterar i handlingsregler och instruktioner.

SIMULERING SOM ANGREPPSSÄTT

Strukturella modellegenskaper

- a) Den numeriska specifikationen kan grundas på statistiska variabelsamband
- b) Modellen kan slutas kring delsystem i organisationen
- c) Resultatvariabler kan uttryckas i intäkts- och kostnadsmått för bestämda delsystem (t ex särintäkter och särkostnader)
- d) Struktureringen av modellen kan ske i anslutning till specifika orienterade teorier
- e) Stokastiska fördelningar kan direkt relateras till modellstrukturen

Processuella karakteristika

- a) Förändringar av kapaciteter och flöden
- b) Förändringar av regelsystem
- c) Förändringar av påverkande faktorer

SIMULERINGSFUNKTIONER VID OPERATIV PLANERING

- a) Utnyttjandet av att simuleringsmodellen kan representera ett antal element genom vilka passerar olika flöden gör det möjligt att pröva olika konfigurationer av flödesinput och kapaciteter. Detta kan utnyttjas bl a för lösning av kö-, order- och linjebalanseringsproblem.
- b) På modellen ges möjligheter att representera olika regelmängder som löpande styr de fysiska flödena. Prövning av alternativa kombinationer av regelmängder gör det möjligt att genom modellen utvärdera effekterna av produkten av dessa t ex genom att pröva kombinationer av analytiska modeller.
- c) Genom simuleringsmodeller kan detaljerade representationer av processer göras. Detta kan utnyttjas för en analys av vilka faktorer som påverkar enskilda processer t ex vid rutinbeslut om priser eller vilka faktorer som påverkar ett visst beteende.
- d) Genom att modellen kan formuleras över en tidsaxel och att stokastiska fördelningar kan innefattas i modellformuleringen ges möjlighet att analysera hur slumpfaktorer påverkar systemet över en tidsaxel. Detta kan utnyttjas för löpande beslut om fördelning av kapaciteter.
- e) En flerdimensionell mätning av resultatvariabler ger förutsättningar för att utfallen av enskilda operativa processer kan analyseras mot andra delar av systemet.

RESURSPLANERING

Planeringens förutsättningar

Begränsad (inre) handlingsfrihet, begränsad omfattning, periodiska tidsmässiga konsekvenser, beskrivningsnivån begränsas genom urval av faktorer och dimensioner, orsak-verkankunskapen struktureras enligt vissa mönster och där problemlösningensprocesserna är av värderande och resursmätande karaktär som resulterar i dimensionering av resurser, planer för utnyttjande av dessa och operationalisering av mål.

SIMULERING SOM ANGREPPSSÄTT

Strukturella modellegenskaper

- a) Den numeriska specifikationen kan grundas på olika historiska beskrivningar och/eller mätningar på aggregerad nivå.
- b) Modellen kan innefatta representation av olika delsystem i organisationen eller segment i miljön.
- c) Resultatvariabler kan uttryckas i mått som hänför sig till de "nyckelvariabler", vilka anges som väsentliga vid modellformuleringen.
- d) Struktureringen av modellen kan ske i anslutning till antaganden om interaktionen mellan olika delsystem.
- e) Stokastiska fördelningar kan relateras till olika delsystem i modellen.

Processuella karakteristika

- a) Resultatberäkningar för olika handlingsprogram, där olika delar av verksamheten ska samordnas (t ex vid budgetering)
- b) Prövning av olika administrativa styrsystems inverkan.
- c) Prövning av effekter vid förändringar av resursstrukturer.

SIMULERINGSFUNKTIONER VID RESURS-
PLANERING

- a) Modellen kan formuleras utifrån hur olika beräkningar utförs i planeringen. Dess funktioner blir då dels av beräkningskaraktär, t ex konsekvensberäkning av olika alternativ och identifikation av kritiska faktorer vid budgetering, dels för organisation av dataunderlag och information, t ex rapporter för olika produkter, avdelningar och funktioner.
- b) Modellen kan användas för systematisering av orsak-verkankunskap, t ex över vilka faktorer som påverkar försäljningen en period. Alternativen värderas i detta fall mot den bild av planeringsobjektet som uttrycks genom specificering av element och relationer i modellen.
- c) Genom en simuleringsmodell ges möjligheter att utvärdera hur beslutssystem för olika delar av systemet interagerar t ex genom representation och utvärdering av de regler eller modeller som används för att styra olika delar av produktionsflödet.
- d) Modellen kan formuleras för analys av hur olika flöden är interrelaterade över tiden och utmynna i en operationalisering av mål för delar av systemet och/eller bestämning av hur resurser skall samordnas, t ex planering av produktion, anställning och lager för olika säsonger.
- e) Hypoteser om olika beteendeförhållanden kan testas och mätas genom en modell som innefattar relationer mellan olika beteendeprocesser, t ex besluts- och informationssystem.

STRATEGISK PLANERING

Planeringens förutsättningar

Hög (inre) handlingsfrihet, stor omfattning, långa tidsmässiga konsekvenser, hög beskrivningsnivå, låg orsak-verkankunskap och där problemlösningsprocesserna är av designkaraktär som resulterar i mål, strategier och riktlinjer.

SIMULERING SOM ANGREPPSSÄTT

Strukturella modellegenskaper

- a) Den numeriska specifikationen kan grundas på olika antaganden och/eller analys av historiska förlopp.
- b) Modellen kan representera ett system till vilken organisationen och/eller dess olika delar utgör delsystem.
- c) Resultatvariabler kan uttryckas som olika övergripande mått på t ex expansion och avkastning.
- d) Struktureringen av modellen sker i anslutning till antaganden om beroendeförhållanden i organisationen och dess miljö.
- e) För att göra en modell över ett större system analyserbar kan antaganden om deterministiska förhållanden vara nödvändiga. Om modellen formuleras för analys av enskilda projekt är förutsättningarna annorlunda.

Processuella karakteristika

- a) Prövning och analys av olika beroendeförhållanden (t ex mellan delar i en organisation och/eller komponenter i en miljö).
- b) Utvärdering av olika föreslagna strategier och planer (t ex genom finansiella mätningar över en tidsaxel).
- c) Experimentserier som förplaneras för värderingar av strategiska projekt (t ex upprepade försök vid modeller som innehåller stokastiska fördelningar eller heuristikprocedurer).

SIMULERINGSFUNKTIONER VID STRATEGISK PLANERING

- a) Simulering kan utnyttjas för representation och analys av komplicerade beroendeförhållanden av en organisations miljö, där modellen användes för att studera hypoteser om olika processer genom mätningar över en tidsaxel.
- b) Simulering kan utnyttjas som en del av en läroprocess inom en organisation, då olika kunskaper integreras genom modellen. Effekterna av olika förslag mäts genom en modell som t ex kan uttrycka olika samband mellan organisationen och miljön.
- c) Om simulering utnyttjas för att representera olika beroendeförhållanden i en organisation ges möjligheter till mätningar av hur olika strategier eller förutsättningar påverkar systemet och dess olika delar.
- d) Simuleringsmodeller kan utnyttjas för informationsinsamling och konsekvensmätning för enskilda projekt, där modellen kan utnyttjas för olika riskbedömningar.
- e) För att generera och utvärdera olika alternativ kan vid, t ex lokaliseringsproblem, simulering användas för att strukturera sökande inom en heuristikprocedur.

5.4 SIMULERING I RELATION TILL SAMORDNINGS- OCH FÖRÄNDRINGSPROCESSER

Vi har i föregående avsnitt ställt simuleringsmodeller i relation till det strukturellt definierade planeringssystemet.

Vi har tidigare beskrivit det totala planeringssystemet som ett "unthinkable" system, som vi endast förstår delar av.⁵¹⁾ Vi ska därför avsluta detta kapitel med att diskutera simulering i relation till de "yttre" referenspunkterna för planeringssystemet och ange vilka tänkbara effekter användning av simuleringsmodeller kan få för förändrings- respektive samordningsprocessen.

På den operativa nivån avser simulering att på olika sätt användas för att ge anvisningar för den löpande verksamheten. Modeller på denna nivå formuleras utifrån att resursstrukturen för den löpande verksamheten är bestämd (inom vissa intervall) och modellen ställs i relation till effekter som mäts över korta tidsintervall. Tolkat i funktioner för organisationen blir modellens uppgift att vara en del av en samordningsprocess för att effektivt utnyttja en befintlig struktur.

På den resursplanerande nivån avser simuleringsanvändning att bland annat ge konsekvensberäkningar mot en modell som innefattar olika delsystem i organisationen. Sett ur detta perspektiv blir modellens funktion för organisationen samordnande. Möjligheterna att utvärdera ett antal olika alternativ påverkar emellertid också förutsättningarna för förändring. Modeller på denna nivå har alltså i allmänhet dels en samordnande funktion och dels en förändrande funktion.

På den strategiska nivån formuleras modellen ofta med det explicita syftet att systematisera orsak-verkankunskapen om utbytesrelationer mellan organisationen och miljön. Om detta syfte uppnås kan modellen medverka till att förbättra utbytesrelationerna och positivt påverka förändringsprocessen. På motsvarande sätt som på resursplaneringsnivån

51) "The planning system design problem" analyseras av *Malm* (1974), som drar slutsatsen att eftersom vi inte kan förstå systemets hela komplexitet måste heuristiska designprinciper användas för att systemets funktion successivt ska utvecklas mot bättre överensstämmelse med situationens krav ("process-diagnostic design").

kan modellens konsekvensberäkningar och/eller resultatprojektioner delvis ses som en del av en samordningsprocess, delvis genom möjligheten att testa olika alternativ som en del av en förändringsprocess.

I nästa kapitel behandlar vi de metodologiska problem som användandet av angreppssättet simulering innebär utifrån olika förutsättningar för dess användning och en definierad metodfunktion för simulering.

I det därpå följande kapitlet behandlar vi - utifrån olika modeller - processen vid formulering och utnyttjande av modeller på olika nivåer.

KAPITEL 6. METODFUNKTION FÖR SIMULERING VID PLANERING

6.1 FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR SIMULERINGSANVÄNDNING VID PLANERING

6.2 METODFUNKTION FÖR SIMULERING - KARAKTERISTIKA

6.3 METODPROBLEM VID SIMULERING - SYSTEMATISERING AV LÖSNINGSFÖRUTSÄTTNINGAR

6.4 FÖRSÖK TILL SYNTES AV METODFUNKTION VID ANVÄNDANDE AV SIMULERING

I detta kapitel behandlas olika metodproblem vid användning av simulering som ett angreppssätt vid planering i organisationer. Huvudintresset läggs vid att strukturera en ram och en begreppsapparat till vilken olika metodproblem och förutsättningar för lösning av dessa kan relateras. Däremot kommer endast punktvis olika tekniker att behandlas.

Flera orsaker dikterar detta val, å ena sidan har problemkomplexet med val mellan olika statistiska tekniker behandlats utförligt i olika rapporter och/eller antologier¹⁾, å andra sidan synes det finnas ett behov av en begreppsapparat som ställer metodproblem i relation till vad man vill uppnå genom att använda simulering i planeringen. Valet av utgångspunkt kommer att klargöras i de olika delarna i kapitlet.

Efter klargörandet av förutsättningar för användning av simulering i organisationers planering, kommer frågeställningen om det är möjligt att

1) Användning av hur olika tekniker för att lösa olika problem behandlas i bl a följande arbeten:

Norlén (1972) relaterar användning av statistiska tekniker till olika moment i modelleringen, som analys av system på modell- och objektnivå samt modelltester. *Andreasson* (1973) gör i anslutning till olika problem vid simulering en genomgång av olika statistiska tekniker. I olika antologier som *Naylor* (1969) och *Stockhaus* (1970) framkommer också hur tekniker kan utnyttjas för att lösa olika metodologiska frågor. Ovanstående arbeten visar också behovet av samarbete mellan ekonomer och statistiker.

definiera en metodfunktion för simulering att behandlas. Från denna analys kommer en strukturering av förutsättningarna för lösning av olika metodproblem att göras i det därpå följande avsnittet. Kapitlet avslutas med ett försök till syntes av en metodfunktion för simulering som angreppssätt vid planering i organisationer.

6.1 FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR SIMULERINGSANVÄNDNING VID PLANERING

6.1.1 Förstärkning av beslutsfattarens kapacitet

I föregående kapitel urskiljdes olika funktioner för simuleringsmodeller vid olika planeringsnivåer. Dessa funktioner relaterades till planeringens förutsättningar, modellernas strukturella egenskaper och till processuella karakteristika vid användande av dem.

Utgångspunkten för användandet av en simuleringsmodell vid planering bör således vara att modellen på olika sätt kan *förstärka beslutsfattarens kapacitet*. Således förutsättes olika interaktionseffekter mellan utnyttjaren av modellen (planeringssubjektet) och den information, som efter olika förutsättningar produceras av modellen.²⁾ Om modellen användes som substitut för eftertanke och kreativitet har således dysfunktioner uppstått.

Denna interaktion kan, som framgick av föregående kapitel, ta sig olika uttryck. I de fall där regelsystemet (det operativa) kan automatiseras, krävs självfallet en uppföljning av hur de valda algoritmerna påverkar planeringsobjektet. I andra fall kommer modellerna endast att vara hjälpmedel för de olika beslutssituationerna och utfallen att tolkas av planeringssubjektet.³⁾ Så kan t ex beslutsfattaren vilja ta hänsyn till icke kvantifierbara faktorer. Här är alltså det primära syftet insikt, varför trender och relativa förändringar i resultatvariabler kan vara viktigare än de exakta kvantitativa modellutfallen.⁴⁾

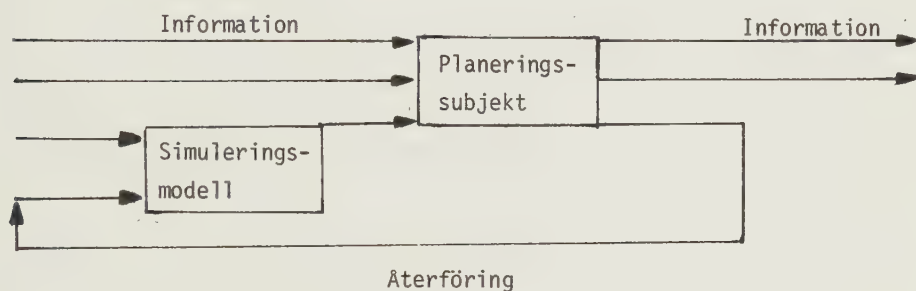
2) Jfr *Beer & Ackoff* "In conclusion: Some beginnings" i *Aronofsky*, 1969, s 527.

3) Jfr den i avsnitt 2.2 förda diskussionen om simulering som verktyg för analys.

4) *Sisson* "Simulation: Uses" i *Aronofsky*, 1969, s 83. *Sisson* använder termen "a decision maker's sandbox" för denna typ av insiktsproducerande simulering.

En förutsättning för simuleringsanvändning är således att modellen tolkas och kontrolleras av planeringssubjektet och att modellerna användes för att förstärka problemlösningskapaciteten.

Nedanstående figur⁵⁾ illustrerar dessa samband:



Figur 6:1. Simuleringsmodellen som en väg att förstärka beslutsfattarens kapacitet.

Sett ur detta perspektiv kan alltså en simuleringsmodell ses som en del av ett informationssystem, där informationen från simuleringsmodellen kommer att påverka planeringssubjektets beteende.⁶⁾ Som följd härav kommer problemidentifiering och problemformulering att påverkas och modellkonstruktion och användning kan sägas ske under sök-lär process.⁷⁾

6.1.2 Integration med informationssystem

I relation till ett vidare informationssystem kan användandet av simuleringsmodeller anges som en särskild del av detta, där olika slag av

5) I detta sammanhang har figuren använts för att illustrera modell användning vid simulering. Generellt bör motsvarande samband finnas vid andra typer av användning av formella modeller. Jag har här kunnat utnyttja idéer som framförts av *Bengt Lohmander*.

6) Denna tolkning står i överensstämmelse med *Beer & Ackoffs* definition av information: "Information is the capability of data to change us" (s 529 i *Aronofsky*, 1969). En definition med motsvarande innebörd ges av *Langefors*, 1966, s 257.

7) Jfr beskrivningen av beslutsprocesscykeln i 4.1.2.

input till modellerna producerar ett output, som tillsammans med övrig information utgör informationsunderlag för placeringssubjekten. En sådan schematisering görs av *Amstutz*,⁸⁾ där föreslagna planer utgör det input som tillsammans med olika data utgör villkoren för lösning av simuleringssmodeller och där informationssystemet bildar en länk genom vilket olika förutsättningar för planeringssubjektets bild av planeringsobjektet samlas.

En generellare bild av ett integrerat system redovisas av *Lindström*⁹⁾ i vilket komponenten beslutsfattaren har utbytesrelationer med informationssystemet, har mål- och modellformulering samt kognitiva och motivationella egenskaper. Ett exogent genererat och ett endogent genererat dataflöde bildar input till den databas kring vilket informationssystemet är uppbyggt. Mål- och modellformulering liksom kognitiva och motivationella egenskaper förutsättes däremot också påverkas av information som ligger utanför informationssystemet. Så genereras t ex information under beslutsprocesscykeln. Lindströms schematisering visar således att modellanvändning i ett system kommer att göras beroende dels av det formella informationssystemet och dels av information som genereras genom beslutsprocesser och erfarenheter. Lindström¹⁰⁾ skiljer mellan två huvudklasser av information: numerisk och strukturell. I den förra klassen ingår tillstånds- och omgivningsinformation. Denna information är nödvändig för input till modeller och insamlingen av denna görs således indirekt beroende av beslutsprocessernas organisation. Den senare, innefattande mål-, aktivitets-, relations- och beslutsinformation, beror direkt på beslutsprocessernas organisation och beslutsfattarens erfarenheter.

Skillnaden i informationskaraktistika framgår vidare av *Blumenthals* analys av informationssystemet utifrån den indelning av planeringssystemet som *Anthony* föreslagit. I denna analys konstaterar *Blumenthal*¹¹⁾ bland annat att informationen för den strategiska planeringen måste specialbearbetas på ett annat sätt än vid den operativa nivån, där

8) *Amstutz*, 1967, s 442.

9) *Lindström*, 1971, s 159.

10) *Lindström*, 1971, s 52 och s 165.

11) *Blumenthal*, 1967, s 29.

formella fastlagda rutiner i större utsträckning kan följas.

*Prinz*¹²⁾ behandlar olikheter i informationen mellan olika nivåer genom generaliserande modeller över beslutsstrukturen på dessa nivåer. Prinz visar genom dessa modeller att informationen kommer att få en delvis annorlunda innebörd för de olika planeringsprocesserna. Till exempel kommer informationen på den strategiska nivån att vara underlag för en sök-lär process, medan informationen på den operativa i större utsträckning anpassas till formella regelsystem.

*Langefors*¹³⁾ pekar, i en analys av informationssystemets struktur, bland annat på skillnader i frekvens och räckvidd mellan beslutsnivåer. Hans analys pekar på olika problem vid dataöverföring för information på olika nivåer och visar på att formaliseringen av information till dessa nivåer måste ske inom vissa gränser.

Sammanfattningsvis kan konstateras att om simuleringsmodeller ska användas i organisationers planering, förutsättes de stå i relation till ett vidare informationssystem som ger olika input till dessa. Då processen att formulera och lösa problem skiljer sig efter olika förutsättningar kommer relationerna till det formella informationssystemet att vara olika i olika planeringssituationer, vilket kommer till uttryck såväl vad beträffar informationskaraktistika som i informationens innebörd.

6.1.3 Planeringssubjekt och planeringsobjekt

I bilden av beslutsprocesscykeln (4.1.2) angavs olika relationer mellan planeringssubjekt och planeringsobjekt. En central plats hos planeringssubjektet intog den bild av objektet utifrån vilken beslutsprocessen organiserades. I de fall planeringssubjektet använder en formell modell för att systematisera kunskaper sker en uttolkning mellan en modellnivå och en objektnivå. Sambandsbeskrivningen i 2.1 mellan modell och objektnivå pekade på olika relationer mellan dessa nivåer i

12) *Prinz*, 1971, s 111-125.

13) *Langefors* "Directive Information for System Control" i Fisk, 1967, s 84-92.

form av representation av samband på objektnivån, analys av modellförutsättningar, validering av modelllösningar och slutsatser. Dessa olika relationer kommer närmare att analyseras i följande avsnitt. Förutsättningarna för abstraktioner och härledningar av modellerna kommer självfallet att bli beroende av det definierade objektområdet (planeringsobjektet). Detta gäller såväl avgränsning som beskrivning av element och relationer samt diagnos (jfr 4.5). Dessa förutsättningar avspeglas bland annat i strukturella modellegenskaper. (Jfr 5.3).

6.1.4 Sammanfattning av förutsättningar

I detta avsnitt har vi angett tre olika relationer, vilka ger olika förutsättningar för simuleringsanvändning vid planering.

- a) Relationer mellan modell och planeringssubjekt.
- b) Relationer mellan modell och informationssystem.
- c) Relationer mellan å ena sidan modellen som en del av beslutsprocesscykeln och å andra sidan som en bild (eller representation) av planeringsobjektet.

I det närmaste avsnittet ska vi studera de olika steg som bildar en metodfunktion, innan vi i det därpå följande avsnittet närmare strukturerar olika sätt att attackera dessa.

6.2 METODFUNKTION FÖR SIMULERING - KARAKTERISTIKA

Vi har tidigare (2.1.2) definierat ett angreppssätts *metodfunktion*, som en lösning av de metodologiska problem som uppkommer från det att en modelltyp valts till att modellens lösning har tolkats. Som nödvändiga steg vid modelleringen med ett matematiskt angreppssätt angavs, *modellformulering, sambandsstrukturering, numerisk specifikation, härledning och tolkning/validering*.

Lösningen av ovanstående metodproblem är alltså de delar som kan karakteriseras som *simuleringsmetodik* och vars syfte är att göra dessa till en kontrollerad process, som binder samman de olika stegen från problemdefinition till lösning.

6.2.1 Simuleringsmetodik - generell metodik

En väg att analysera en "simuleringsmetodik" är att jämföra huvudstegen vid simulering med beskrivningar av mer generell metodik. En sådan jämförelse kan syfta till att påverka generella likheter mellan metodikerna. *Junker* (1970, kap. 3) har jämfört *Ackoffs* (1962) syn på vetenskaplig metodik och *Bunges* (1967) syn på experimentell metodik med *Naylors* översiktliga schema (*Naylor et al*, 1966, kap. 2) av olika faser vid simulering. Analysen sammanfattas i ett schema där *Ackoffs* beskrivning står som grundmönster och *Bunges* och *Naylors* som komplement, varvid följande slutsatser dras: "Trots skillnader i terminologi, i antal faser och fas- eller operationsindelning har beskrivningarna stor överensstämmelse till innebörden utom på ett par punkter."¹⁴⁾ För simuleringsmetodiken framhålls framförallt vissa skillnader gentemot övriga beträffande validering och experimentuppläggning och vidare ses datainsamling och kvantifiering av värden på parametrar som komplement till *Ackoffs* generellare metodik. Slutsatsen¹⁵⁾ att rekommendationerna i de tre metodikerna är identiska eller överensstämmande i innebörden måste dock ses mot den bakgrunden att samtliga beskrivningar är relativt översiktliga. *Ackoffs* beskrivning av faserna i vetenskaplig metodik ligger således nära *Naylors*, vilket torde framgå av nedan givna sammanfattningar:

Ackoff: 1. Problemformulering, 2. modellkonstruktion, 3. modelltest, 4. härledning av lösning, 5. test och kontroll av lösning och 6. ev. implementering.

Naylor: 1. Problemformulering, 2. datainsamling, 3. formulering och ev. omformulering av modell (återföring till steg 1), 6. formulering av experiment, 7. validering, 8. experimentuppläggning och 9. analys av utdata.

Snarare kan alltså *simuleringsmetodik* som kontrollerad process ses som en tillämpning av mer generell metodik. Ovan relaterade analys är utförd med en låg detaljeringsgrad och för att närmare studera simuleringsmetodikens speciella förutsättningar, tas olika förslag från simu-

14) *Junker*, 1970, s III:4.

15) *Junker*, 1970, s III:7.

leringslitteraturen som utgångspunkt.

6.2.2 Beskrivningar av simuleringsansatsens huvuddrag

I simuleringslitteraturen finns ett antal olika fasbeskrivningar uppställda i syfte att illustrera modelleringsprocessens huvuddrag. Detaljeringsgrad och inriktning varierar mellan de olika beskrivningarna.

Vi ska här kortfattat beskriva några av de föreslagna schemana för "processen att simulera":

*Forrester*¹⁶⁾ anger genom ett tiotal punkter huvuddragen i det av honom föreslagna angreppssättet. Forrester lägger huvudviken vid abstraheringen av ett system på objektnivån till en formell modell och med utgångspunkt från problemformuleringen anges olika moment för att identifiera "viktiga" faktorer och relationer. I Forresters fasbeskrivning ingår revisioner av beslutsregler och relationer som viktiga moment för generering av tidsserier. Först jämförs tidsserier med "all pertinent available knowledge about the actual system" och sedan görs förändringar i avsikt att finna ett "bättre" systembeteende.

*Martin*¹⁷⁾ presenterar i flödesform en beskrivning innehållande ett tjugotal olika moment, vilka i stor utsträckning centreras till programmeringsfasen av arbetet. I grova drag kan hans fasbeskrivning sammanfattas i fyra huvudpunkter: 1. Abstraheringsfasen med utvecklande av en konceptuell modell, 2. Implementeringsfasen där den konceptuella modellen översätts till en explicit modell, 3. Programmeringsfasen och 4. Analys av utdata från experiment.

*Mize-Cox*¹⁸⁾ presenterar ett flödesschema som betonar det experimentella vid simuleringsangreppssättet. I denna skiljer de mellan förändringar av modellens "operating rules" och värden på parametrar. Flödesplanen avslutas med mätning av totalsystemets oberoende, där ett val antages göras av det alternativ som har "bäst" utfall.

16) *Forrester*, 1961, s 13.

17) *Martin*, 1968 kap 10.

18) *Mize-Cox*, 1968 s 7.

*Emshoff-Sisson*¹⁹⁾ presenterar ett schema som i högre grad än de föregående betonar sammansättningen av modeller över delsystem till en övergripande modell för simulering. De betonar också de iterativa dragen i modelleringsprocessen såväl vad beträffar systemstrukturering som vad beträffar validering och experiment.

*Norlén*²⁰⁾ beskriver problemområden vid modellbyggnad utifrån den bild, som särskiljer modellerat system (system på objektnivå) från modell (modellsystem) genom modellbyggaren (modellbyggaresystem). Han urskiljer härvid delarna 1. analys av modellerat system, 2. konstruktion av modellen, 3. analys av modellen och 4. test av modellen och applikation av modellen, som de fem problemområdena vid modellering. *Norlén* visar i sin analys på hur statistisk metodik²¹⁾ kan användas inom de tre senare problemområdena vid arbete med simuleringsmodeller. Således fokuseras här intresset i hög grad till metodfrågor gällande specifikation av delar, testning, tolkning och validering av modellresultat.

Så långt kan vi alltså konstatera att olika författare beskriver simuleringsmetodik utifrån delvis olika aspekter.

Forrester i hög grad utifrån modellformuleringsproblematiken.

Emshoff-Sisson i hög grad utifrån sammansättningen av olika delmodeller till en övergripande modell över dessa - systemstruktureringen.

Martin betonar formuleringen av den explicita modellen och framförallt programmeringen.

Norlén behandlar olika frågor i samband med specificeringen och tolkning/analys av modellen.

Mize-Cox betonar den experimentella sidan av simulering.

Från det genomgångna materialet framkommer knappast en gemensam bild över vilka de väsentliga metodfrågorna är vid simulering. Detta kan bland annat bero på att de olika forskarna haft olika utgångspunkter för sina fasbeskrivningar, medan de olika problemen i sig faller inom

19) *Emshoff-Sisson*, 1970, s 50.

20) *Norlén*, 1972, s 28.

21) Jfr också *Andreasson* 1973, som gör en detaljerad genomgång över hur olika statistiska tekniker kan användas vid olika delar av modelleringen.

det mer generella schema som Naylor²²⁾ föreslagit.

En angelägen uppgift är således att beskriva förutsättningarna för behandling av olika metodproblem. Detta görs först översiktligt i nästa delavsnitt utifrån den föreslagna metodfunktionen, vilket i sin tur ger en ram för systematisering av de olika delproblemen i senare avsnitt (6.3.)

6.2.3 Metodfunktion för simulering - dess faser

Från de olika delarna av metodfunktionen kan vi urskilja olika metodproblem vid simulering.

1. *Formuleringsproblematiken* - Som framgått av tidigare kapitel skiljer sig simuleringsmodeller från analytiska modeller genom att en större frihet vid modellformuleringen är möjlig. De lösningstekniska restriktioner som är för handen vid analytiska modeller begränsar inte i lika hög grad modelleringen vid simulering. Om en modell ska vara hanterbar måste emellertid en begränsning ske av antalet element och relationer, varför valet av dessa måste göras beroende av de viktigaste frågeställningarna vid problemformuleringen.

I princip innebär det att en definition av de viktigaste flödena, processerna och faktorerna måste göras med hänsyn till de mätningar som planeras av modellens resultatvariabler. Till skillnad från analytiska modeller erhålls däremot inte direkt ett optimumvärde för en målvariabel, utan mätningar görs i allmänhet av flera variabler i syfte att finna satisfierande värden för den definierade målstrukturen (jfr kap. 5.). En begränsning av antalet målvariabler är därvid nödvändig dels ur hanterbarhetssynpunkt då modellens storlek är beroende av antalet målvariabler, och dels då tolkning av modellresultaten försvåras vid ett stort antal målvariabler.

22) Mer generella utgångspunkter har också *Andersin & Sulonen* (1972) som anger olika metodproblem i anslutning till den av Ackoff gjorda beskrivningen av vetenskaplig metodik samt *Lundin*, 1972. Den senare anger modellansatsens huvuddrag genom en beskrivning av olika "modellsteg" som binder samman modellfält med objektfält (jfr 2.1.1). I Lundins beskrivning urskiljdes "blocken": Modellhypoteser, logisk modellstruktur, matematisk modell, modellresultat, experiment och styrande data.

Vid simulering måste alltså dels en operationell formulering göras för ändamålet med modellen och dels mätvariabler väljas så att dessa korresponderar med de kriterier som är relevanta för den givna problemställningen. I denna fas måste också problematiken vid val av beskrivningsnivå, komplexitet och tidsperspektiv penetreras.

2. *Systemstrukturering* - Ett med föregående fas interdependent problem är systemstruktureringen. Denna kan anges innefatta dels en abstrahering av modellens beståndsdelar från objektnivån och dels en strukturering av modellens beståndsdelar för härledning av lösningar.

Den nödvändiga abstraheringen från objektnivån måste göras så att de för simuleringen relevanta processbeskrivningarna urskiljes, olika typer av flöden identifieras, den fysiska strukturen klarlägges och avgränsning gentemot miljön görs av det studerade systemet. I denna fas kommer alltså problematiken beträffande identifikationen av modellens olika delar och dessas relationer att behandlas.

Den så gjorda abstraheringen måste formuleras för simulering. Detta innebär såväl att beskrivningen måste göras så att fysiska och logiska samband mellan olika komponenter i modellen preciseras (t ex i form av blockdiagram) som att de tidsmässiga bindningarna i modellen identifieras. Resultatet av detta kan presenteras i form av flödesplaner och genom en precisering av de i modellen ingående variablerna, parametrarna och relationerna. Slutligen måste modellen formuleras för körning i datamaskin.

3. *Numerisk specifikation* - För att modellen ska vara körbar på datamaskin måste samtliga i modellen ingående element preciseras numeriskt. Den numeriska bestämningen är självfallet relaterad till identifikation av det simulerade systemet och bygger på skattningar eller undersökningar av objektnivån med olika grad av subjektivitet/objektivitet (jfr kap. 5.3). Vidare kan problem vid den numeriska specifikationen leda till en revision av tidigare gjorda modellformuleringar, t ex att aggregationsgraden förändras beroende på möjligheterna att göra numeriska skattningar.

4. *Experimentplanering* - Valet av experimentvariabler är självfallet beroende av den gjorda modellformuleringen och kan innebära experiment med beslutsregler, strukturparametrar och/eller olika förutsättningar av gjorda antaganden (t ex exogena variabler). Oklarhet vid abstraheringen från objektnivån till modellnivån kan härvid vara en anledning till experiment för testning av modellen under olika antaganden. Förhållandet är det samma beträffande känslighetstest av skattade numeriska värden. Experimenten måste också göras utifrån krav på tillförlitlighet (reliabilitet).

Eftersom det kan förekomma ett stort antal experimentvariabler blir antalet möjliga experimentkombinationer stort. Därför blir planeringen och uttolkningen av resultaten från de olika experimenten komplicerad. Av praktiska skäl måste därför normalt en begränsning av antalet experimentkombinationer göras. Modellanvändaren måste därför söka precisera ett "experimental design" för denna fas.

5. *Validering* - Ett av de centrala problemen vid användning av simulering är valideringsproblematiken, dvs hur väl modellen uppfyller de syften som är för handen. Valideringsproblematiken är i sig inte unik för simuleringsmodeller, men då modellerna i allmänhet är komplexa med ett stort antal variabler, relationer och parametrar och då modellformuleringen ej behöver knytas till fixerade lösningsalgoritmer, utan lösningar härleds från modellens antaganden, drabbar denna problematik i hög grad simuleringsmodellerna.

Valideringsproblematiken är i hög grad förknippad med samtliga tidigare steg:

1. Mätvariabler och systemidentifikationer utifrån problemformuleringen ska överensstämma med modellanvändarens intentioner.
- 2a. Abstrahering av egenskaper ska ge en "strukturlik" bild ²³⁾ av objektnivån.
- b. Modellen ska uttrycka dessa samband.
- c. Modellkonstruktionen och programmeringen ska inte innehålla logiska fel.

23) Begreppet är hämtat från *Fagerstedt & Pettersson*, 1971.

3. Den numeriska specifikationen ska ansluta till de ställda kraven på precision och/eller att test av känsligheten på kritiska värden ska ske.
4. Experiment på simuleringsmodellen ska utföras med önskad reliabilitet och experimentförändret ska ge ett till syftet överensstämmande analysunderlag.

Valideringsfasen synes med nödvändighet innehålla subjektiva drag. Olika procedurer och kriterier kan dock användas vid modellvalidering, varför även denna fas kan planeras och kontrolleras.

6.2.4 Förutsättningar för simulering som en kontrollerad process

Sammanfattningsvis kan alltså konstateras att frågeställningen om vi kan definiera *en* simuleringsmetodik besvaras nekande.

1. Om vi med låg detaljeringsgrad jämför huvudstegen vid simulering med mer generell metodik kan lösningsstegen upplevas som relativt likartade. En sådan analys lider dock av den svagheten att den ger få direkta speciella anknytningar till problem vid simulering.
2. Om vi studerar olika forskares förslag till specificering av olika delprocedurer vid simulering finner vi en del olikheter, som delvis kan hänföras till dessas speciella utgångspunkter.
3. Under förutsättning att en modell kan konstrueras för simulering gäller emellertid att simulering i förhållande till andra modelltyper medför ett antal nödvändiga och särpräglade kritiska metodproblem vilkas behandling är beroende av de utgångspunkter från vilka modellen formulerats. Dessa kan struktureras utifrån (1) Modellformulering, (2) Systemstrukturering, (3) Numerisk specifikation, (4) Experimentplanering och (5) Validering.

Således finns icke en formell metodik för att härleda lösningar från simuleringsmodeller utan modellkonstruktören har att behandla ett antal olika metodproblem (steg i modelleringsprocessen), vilka vardera ställer krav på lösning. Beroende på problemställningen kan olika formella tek-

niker utnyttjas för delar av modelleringsprocessen. Väsentligt är därför att förutsättningarna för lösningar av dessa kan systematiseras. Behovet av en begreppsapparat som gör det möjligt att ange olika dimensioner för denna process är därför stort.

6.3 METODPROBLEM VID SIMULERING - SYSTEMATISERING AV LÖSNINGSFÖRUTSÄTTNINGAR

Från föregående analys av processen att simulera angav vi olika problem av metodkaraktär, som måste tas ställning till vid konstruktion och tolkning av simuleringsmodeller. Behandlingen av dessa problem angavs som beroende dels av förutsättningarna och dels av problemställningarna vid olika problemsituationer.

I detta avsnitt söker vi systematisera olika förutsättningar för lösning av dessa. Avsikten är således inte att här redovisa alla tänkbara lösningstekniker, utan i stället att föreslå en ram till vilken olika delar av modelleringsprocessen kan relateras. Således kommer i allmänhet endast referenser till olika tekniker att ges och vidare behandlas inte heller tekniker inom områden som t ex dataprogrammering och statistisk analys annat än med angivande av förutsättningarna för dessa.²⁴⁾

6.3.1 Modellformulering

6.3.1.1 Förutsättningar för modellformulering

Ytterst är modellformuleringen självfallet beroende av hur problemidentifikationen skett och av de frågeställningar som aktualiserat behovet av modellen t ex (1) frågor som ska besvaras, (2) hypoteser som önskas testas och (3) effekter som ska beräknas.²⁵⁾

Schematiskt kan modellformuleringen avseende dessa frågeställningar beskrivas i matrisform enligt följande figur.²⁶⁾

24) I stället för att gå in närmare på dessa problem anger jag i stället olika källor, där dessa behandlas mer utförligt.

25) Från *Naylor et al.*, 1966, s 26.

26) Från *Emshoff & Sisson*, 1970, s 52.

	Kontrollerbara variabler	Okontrollerbara variabler
Exogena variabler		
Endogena variabler	Finns ej	

De exogena kontrollerbara variablerna uttrycker de faktorer som kan påverkas av beslutsfattaren. De exogena okontrollerbara variablerna påverkar modellen, men är utanför beslutsfattarens kontroll.

De endogena okontrollerbara variablerna är modellens resultatvariabler och är produkten av de exogena kontrollerbara och okontrollerbara variablernas inverkan.

Som framgått av tidigare (kap 5) har simuleringsmodeller olika *funktioner* och *strukturella karakteristika* vid olika nivåer i planeringssystemet. Likaså är förutsättningarna olika vad beträffar relationer till *planeringssubjekt*, *informationssystem* och *planeringsobjekt*.

Nedanstående "typifiering" illustrerar tänkbara olikheter i förutsättningar för modeller vid olika planeringsnivåer.

ation
l plan-
ings-
jektet

ation
l in-
ma-
ns-
temet

ationer
l pla-
ings-
ektet

Strategisk	Resursplanerande	Operativ
Modellen syftar till att ge upphov till en sök-lär process	Modellen syftar till att användas genom att beslutsfattare experimenterar inom en given modellstruktur	Modellen syftar till att ge i huvudsak programmerbara beslut (under kontroll)
Endast i begränsad omfattning ett internt organiserat informationssystem utnyttjas.	Dels kan det interna organiserade informationssystemet utnyttjas, dels andra informationskällor.	Modellen kan ingå som en del av ett integrerat informationssystem.
Val av element och relationer görs ur en stor egenskapsmängd	Val av element och relationer söks anknytas till olika beskrivningsschema (typ av budgetstomar).	Val av element och relationer gör ur en relativt begränsad egenskapsmängd.
Aggregat av händelser utgör i allmänhet input till olika processer i modellen.	Händelser söks aggregeras till vissa tidsintervall.	Enskilda händelser kan utgöra input till olika processer i modellen.
Modellen syftar till att representera system över en längre tidshorisont.	Modellen syftar till att representera system över vissa tidsintervall.	Modellen syftar till att representera system över en relativt kort tidshorisont.
Modellkomplexitet söks reduceras t ex genom antaganden om determinism.	Modellen kan innefatta delsystem vilka relateras till varandra sekventiellt (t ex genom olika budgets).	Modellen formuleras utifrån detaljerade beskrivningar från objektnivån t ex genom innefattande av stokastiska fördelningar.
Antalet målvariabler är troligen stort; modellresultat ska satisfiera en mängd olika mått.	Målvariablerna kan väljas utifrån olika "nyckelvariabler" (t ex omsättning, vinst, likviditet).	Antalet målvariabler kan troligen begränsas; ev. söks någon målvariabel optimeras under bivillkor (tilllåten lösningsmängd).

Figur 6:2. Skillnader i förutsättningar för simuleringsanvändning vid olika planeringsnivåer.

6.3.1.2 Modellkaraktäristika

En karaktäristik efter olika kvalitativa dimensioner är ett sätt att klarlägga förutsättningar och antaganden om en modell. Nedan anges ett schema med uppdelning av olika karaktäristika.²⁷⁾ Vid enskilda modeller kan beskrivningen operationaliseras så att modellen ställs i relation till målsättningar för denna.

A. Efter modellens syfte:

1. Explorativ - deskriptiv - normativ

Vid en explorativ modell²⁸⁾ är lär-aspekten det väsentliga och intresset centreras till de kunskaper som modelleringen medför och modellen tjänar som stimulator för kunskapsinhämtning. Nära förknippat med det explorativa syftet är det deskriptiva. Simuleringsmodeller kan ingå som ett led i utvecklandet av beskrivningar av olika processer i t ex marknader och företag. Ändamålet med sådana modelleringar kan vara att testa riktigheten av hypoteser om antagna beteenden mot empiriska data.²⁹⁾ Med ledning av modellresultaten kan sedan förutsägelser göras om framtida utfall.

Vid en normativ simuleringsmodell är syftet att utvärdera olika lösningsförslag. Huvudintresset är härvid alltså inte avbildningen av historiska förlopp i sig, utan konstruktionen av ett system för att uppfylla olika målsättningar.

Ett önskemål för samtliga dessa fall är också att simuleringar ska kunna användas i predikativt syfte.

Vid användande av simulering ligger ofta den normativa ansatsen relativt nära den deskriptiva. En möjlighet för utvärdering av alternativ är nämligen att jämföra utfallen av olika experimentalternativ med en modell

27) Karaktäristika är hämtade från *Cohen-Cyert* "Simulation of organizational behavior" i March 1965, *Amstutz* 1967, *Andersen* 1969, *Sisson* "Simulation: Uses" i *Aronofsky* 1969 och *Van Horn* 1971.

28) *Cohen-Cyert* "Simulation of organization behavior" i March (1965, s 308) tar också upp dimensionen man-maskin och markerar därvid att en interaktion mellan användaren och modellen förutsättes.

29) Ytterligare en distinktion kan göras mellan simuleringar avsedda för syntes resp. analys (jfr 2.2.1). I det förstnämnda fallet förutsätts beteendet av de individuella komponenterna vara känt och i det senare systemets aggregerade beteende. Se också *Cohen & Cyert* "Computer models in dynamic economics", *Quarterly Journal of Economics*, 1961, February.

som är formulerad för att representera ett existerande system.³⁰⁾ Vid olika alternativ testas dessa under givna förutsättningar och konsekvenserna bedöms utifrån de värden som målvariablerna antar vid varje systemkonfiguration.

Avseende modellernas syfte kan således urskiljas explorativa, deskriptiva och normativa syften. Denna indelning är inte entydig, utan modellerna kan också relateras till ett allmänt predikativt syfte. Vidare baseras ofta den normativa ansatsen på en deskriptiv representation av det studerade systemet. Denna deskriptiva kunskap kan i sin tur vara en följd av explorativa modellförsök.

B. Avseende karakteristika i den gjorda representationen kan en skillnad göras mellan:

2. Aggregerad - disaggregerad
3. Komplex - Enkel
4. Process - input-output

Friheten vid modellformuleringen gör att en precisering av modellens strukturella egenskaper kommer att utgöra valproblem vid modelleringen. Övan angivna egenskaper är relativa och inbördes beroende.

Således kommer representationen av modellelement att direkt avspeglas i den modellstruktur, som utgör förutsättningar för härledningar. Nedanstående citat behandlar relationerna mellan modellstruktur och utsagor.

"It seems to me that the importance of the simulation approach is that within its terms one can set up experiments which admit of a greater variability of structure than does the mathematical model approach. The mathematical model is very dependent on the structure which is induced by the scientist. From this structure it may be possible mathematically to build a model to 'solve' the model. But the importance of simulation is that, while it may be a longer process than the mathematical model building, we can deal with a greater variety of structure of problem, this is important, we can also deal with changes in the objectfunction."³¹⁾

"The fact that conclusions drawn from computer models may consist of a series of numerical values has in itself a number of interesting consequences. Numerical solutions should be contrasted with the analytical solutions usually derived from mathematical models. In

30) Jfr t ex *Forresters* analys av handlingsalternativ i Sprague-studien. Forrester, 1961, kap 17 och 18.

31) *Rivett* "Why simulate" i *Hollingdale*, 1967, s 7.

terms of our earlier discussion on theory construction, we could say that the conclusion sought from a mathematical model are usually in the form of relations among the variables and parameters, while in computer models the conclusion obtained typically are in the form of time series of specified numerical values. This suggests that computer models are less general than mathematical models. The reason for this is that the amounts of input for computer models are greater than for the usual mathematical models. The increased input places greater restrictions on the relationships among the variables and parameters and, therefore, produces a less general but more specific model."³²⁾

Aggregationsgraden i modellen är beroende av det studerade objektets gränser (planeringens omfång). Således kan man förvänta en högre aggregationsgrad i en modell som uttrycker samband över en organisation och dess miljö (t ex en modell avsedd för strategisk planering) än i en modell över ett fåtal aktiviteter (t ex en modell avsedd för operativ planering). Detta gäller dock inte entydigt, för i den förra modellen kan det vara av vikt att representera vissa "kritiska" processer relativt detaljerat, medan den andra kan beskrivas som aggregat. På motsvarande sätt kan vid den senare vissa parametrar uttryckas som genomsnitt av ett antal händelser eller aktiviteter. Vid den enskilda modellformuleringen måste således aggregationsgraden bestämmas för modellens olika delar.

Graden av komplexitet har definierats utifrån antalet variabler och relationer. Denna egenskap kan alltså delvis hänföras till modellstorleken och är beroende av såväl det studerade objektets gränser som av vald aggregationsgrad.³³⁾ Medan en modell över ett definierat totalsystem är komplex i den meningen att den innehåller ett stort antal variabler och relationer, kan om modellen segmenteras i ett antal individuella komponenter, dessa representeras av relativt okomplicerade delmodeller. Detta kan möjliggöra representation av "stora" system, typ marknad, företag etc. Komplexitetsproblemet gäller alltså dels gränserna för det i modellen representerade systemet och dels aggregationsgraden i de olika delsystemen.

32) *Cohen & Cyert* "Simulation of organizational behavior", s 307 i March, 1965.

33) *Gullander* (1970 b) beskriver komplexitet utifrån dessa två dimensioner. Han visar att samma komplexitet kan uppnås i en modell som uttrycker ett snävt avgränsat system med låg aggregationsgrad, som i en modell med vida systemgränser men med hög aggregationsgrad.

Representationen av de i modellen ingående enheterna kan uttryckas som input-output respektive process. Den senare representationen av enheterna kan medföra lägre aggregationsgrad och större komplexitet. Således kan representationen av de enskilda enheterna relateras till ovan nämnda karakteristika. En anledning till att använda input-output beskrivningar kan alltså vara att begränsa representationen av systemets, eller olika komponenters, komplexitet. En processrepresentation kräver specifikation av en transformationskedja som representerar den inre strukturen för motsvarande "black-box" vid input-outputbeskrivningar. Användandet av processavbildningar medför vidare stora krav på riktigheten i dessa då det vid simuleringsmodeller inte finns möjlighet att under en körning ändra representationen.³⁴⁾ Å andra sidan kräver en processmodell oftast en mindre mängd input-data, då denna transformerar det givna inputet till output genom olika processer. Vid input-output representation sker denna transformation genom olika ekvationer som uttrycker en mängd olika variablers inverkan.³⁵⁾

För ovanstående tre karakteristika gäller att de hänför sig till karakteristika i modellrepresentationen. Ur formuleringssynpunkt kan valet av aggregationsnivå ställas i relation till möjligheterna att segmentera systemet i ett antal relativt fristående komponenter med få interrelationer, då hanterbarheten av modellen inte enbart är beroende av modellens totalkomplexitet, utan även av det faktum att överblickbarheten ökar om delsystemen kan analyseras delvis partiellt.³⁶⁾ I ett segmenterat system torde vidare relevansen av olika processbeskrivningar lättare kunna studeras. Ytterst är självfallet dessa representationsproblem beroende av de definierade problemen.

34) Jfr *Cohen*, 1960, s 13, "The methodology of the closed dynamic system approach, i.e., of process models, differs from the methodology underlying more traditional econometric models mainly in the treatment of lagged endogenous variables. ... The process model on the other hand is forced to live with any errors that may have been made in the model in "determining" the values of the endogenous variables in the previous periods, there is no automatic resetting of the error terms to assure a correct jumping off place for each period."

35) Jfr *Gershefski* "Building a corporate simulation model", HBR, 1969, July-August, som skiljer mellan "information generator" och "information compiler".

36) Jfr *Amstutz*, 1967, kap. 5 och *Forrester*, 1968.

C. Med avseende på modellstrukturen kan vidare en indelning göras i:

5. Statisk - Dynamisk

6. Deterministisk - Stokastisk

Härvid kan modellen utformas för endera av dessa fyra kombinationer.³⁷⁾ Vid en dynamisk modellformulering måste de olika tidsstyrningsintervallen (alt. händelsesekvensieringen) specificeras och följaktligen avbildas objektnivån i modellen i relation till detta tidsintervall. Differenserna kan härvid vara synnerligen stora beroende på modellsyfte. Korta tidsintervall (t ex minuter, timmar) används då simuleringen avser att representera förlopp på låg beskrivningsnivå (t ex vid operativ planering), medan långa tidsintervall (ex. år, månader) används vid aggregerade modeller av större system - typ företag. Beträffande införande av stokastiska fördelningar i modellen medför detta självfallet att modellen blir mer svårhanterbar och att experimentuppläggnings påverkas. Flera författare³⁸⁾ har tagit upp detta problem som kan sammanfattas enligt följande:

"If the behavior in question can be understood without the complication of uncertainty, it is better not to introduce uncertainty since a simpler model is always preferable to a more complicated one."³⁹⁾

Antalet stokastiska fördelningar bör därför begränsas vid framförallt representation av större system. Detta avspeglas i det faktum att merparten av "Corporate Models" är uppställda med få eller inga stokastiska fördelningar.⁴⁰⁾

37) Jfr *Cohen & Cyert*, "Simulation of organizational behavior" i *March*, 1965, s 310 och *Sisson*, 1969.

38) Bl a *Corway* "Some tactical problems in digital simulation," *Management Science*, 1963, October och *Corway, Johnson & Maxwell* "Some problems in digital simulation", *Management Science*, 1959, October.

39) *Cohen & Cyert*, "Simulation of organizational behavior" i *March*, 1965, s 310.

40) *Gershefski* anger att merparten (84 %) av "Corporate models" i hans studie var deterministiska "Corporate models - the state of the art" i *Schrieber*, 1970, s 41. I en beskrivning av ett övergripande planeringssystem anger samma författare (*Gershefski*, "Building a corporate model", *HBR*, 1969, May-June) att en deterministisk modellformulering valdes för att göra modellen lätthanterligare och mer generell. Genom variationer i inputdata gjordes känslighetstest och analys från fall till fall.

Vid detaljerade modeller (över t ex operativa planeringssystem) måste självfallet de för modellen kritiska variationerna⁴¹⁾ innefattas t ex vid kö- och lagersimuleringar.

Val av tidsintervall för en dynamisk modell är relaterat till aggregationsgrad⁴²⁾ i modellprocesserna eller tidsförskjutningarna. Vid simulering av system under dynamiska förutsättningar, representerar de i modellen medtagna stokastiska elementen abstraktioner av det representerade systemet utifrån den valda aggregationsgraden och tidsintervallet. Användandet av stokastiska fördelningar har alltså till ändamål att representera okunnigheten om de "verkliga" mekanismerna i systemet och skiljer sig därför mot Monte-Carlo-förfarandet vid statiska modeller, som snarast kan ses som ett lösningsförfarande vid sampling ur fördelningskurvan.⁴³⁾ Sammanfattningsvis erfordras alltså ett val av tidsintervall och utifrån detta en precisering av stokastiska element.

D. Vid en uppdelning efter modellbas kan särskiljas mellan:

7. Teoretisk - empirisk

8. Korrelationsbaserad - beteendebaserad

I de flesta fall torde det vara omöjligt att helt särskilja mellan en modells teoretiska bas och dess empiriska bas.⁴⁴⁾ En utgångspunkt för modellformuleringen kan t ex vara att från olika teorikällor uppställa en modell som ska kunna vara empiriskt verifierbar.

För egenskapsparet korrelationsbaserad - beteendebaserad gäller att aggregationsgrad och val av modellkomponenter påverkar modellbasen. Om beskrivningar av beteende är väsentliga för modellen, och dessa be-

41) *Sisson* "Simulation: Uses" i *Aronofsky*, 1969, s 29, anger t ex att vid OA-analys klassen dynamisk-stokastisk vanligen är den mest intressanta.

42) Jfr *Sisson*, op cit, 1969, s 25-26.

43) Se vidare *Tocher* "Simulation: Languages" i *Aronofsky*, 1969, s 75.

44) Jfr t ex *Amstutz*, 1967 och *Balderston & Hoggatt*, 1962.

skrivningar görs relativt detaljerat, kan modellen klassificeras som beteendebaserad medan motsatt förhållande gäller vid processer på hög beskrivningsnivå av input-outputkaraktär.

Modellen kan givetvis formuleras så att den innehåller såväl beskrivningar av beteende som korrelerat mellan input och output.⁴⁵⁾

E. Vi har här angett ett antal olika karakteristika som uttrycker olika modellegenskaper.

Det väsentliga härvid är att *modellens egenskaper ställes i relation till det studerade systemet för att klargöra utifrån vilka förutsättningar modellen formulerats*. Denna karakteristik uttrycker inte något om modellens postulat (teoretiska eller empiriska) men anger i förhållande till senare delar av modelleringsprocessen under vilka villkor som modellen formulerats.

En översiktlig karakteristik av förutsättningarna för simuleringsanvändning vid olika planeringsnivåer kan sammanfattas enligt följande:

1. Det explorativa syftet är i allmänhet dominerande på den strategiska nivån, där modellanvändningen bland annat kan syfta till att systematisera olika slag av orsak-verkankunskap. Det direkt normativa syftet (t ex att konstruera bättre beslutsregler) är i allmänhet störst på den operativa nivån. Tilläggas bör att på samtliga nivåer ingår båda syftena, men framträder i större eller mindre utsträckning.
2. Aggregationsgraden är i allmänhet högst på den strategiska nivån (där dock kritiska händelser eller processer kan representeras mer detaljerat) och lägst på den operativa.
3. Komplexitetsgraden kan vara högst på den strategiska nivån, om aspirationsnivån är att relativt detaljerat representera ett stort antal delsystem. Detta gäller dock inte entydigt utan är beroende av modellens syfte. Så finns/krävs ytterligt komplexa modeller på den operativa nivån för vissa problemområden (t ex linjebalanseringsmodeller för produktion) och enkla på den strategiska (t ex med enbart de viktigaste sambanden representerade). Den avgörande faktorn är således problemställningen och syftet med modellen.

45) Se t ex *Forrester* "Managerial decision making" i Greenberger, 1962.

4. Representationen av de enskilda enheterna som processer eller input-outputrelationer är bland annat beroende av systemets omfång. Av detta följer att i modeller som formuleras för att representera avgränsade delsystem i organisationen är förutsättningarna annorlunda för detaljerade processrepresentationer än i modeller avseende vidare system t ex en organisation och dess marknad. Liksom vad gäller föregående punkt avgörs valet av modellegenskap av modellens syfte.
5. Beträffande den dynamiska formuleringen ställs på den operativa nivån krav på att modellen ska representera enskilda händelser eller händelser summerade över korta tidsintervall. På den strategiska nivån, där man arbetar med aggregat av händelser, kan modellen formuleras med längre tidsintervall.
6. För att göra modellen hanterbar kan deterministiska förutsättningar vara nödvändiga att införa framförallt på den strategiska nivån. På den operativa nivån kan avsikten däremot vara att undersöka stokastiska variationers inverkan.
7. Som framgått av tidigare kan inte modeller entydigt klassificeras som teoribaserade respektive empiriskt baserade. Möjligheterna att direkt utnyttja algoritmer vid modellformuleringen är i allmänhet störst på den operativa nivån, medan på högre planeringsnivåer mer generell teori i allmänhet påverkar modellformuleringen.
8. Möjligheterna till statistiska beräkningar är i allmänhet störst på den operativa nivån. Å andra sidan förutsätter modeller på högre beskrivningsnivå att vissa förhållanden mellan input och output kan formuleras, även om statistisk metodik ej utnyttjas utan i stället olika befattningshavares kunskaper läggs till grund. På alla nivåer kan beskrivningar av beteende vara väsentliga.

I detta avsnitt har använts ett relativt okomplicerat schema för att mer generellt beskriva olika tänkbara skillnader i modellformuleringen. Vid enskilda modellformuleringar bör således modellkaraktäristika specificeras och operationaliseras med avseende på det speciella objektet.

I nästa avsnitt behandlas den del i modelleringen, som innebär att modellens beståndsdelar definieras och där en struktur bildas utifrån vilka lösningar härleds.

6.3.2 Systemstrukturering

Ett citat som illustrerar vad som avses med ovanstående rubrik lyder:

"After we have properly defined the purpose of a system study, it is then in order to fully describe the system in terms that are amenable to some rather general form of model construction and, ultimately to a solution method.⁴⁶⁾

Systemstruktureringen kan definieras som den beskrivning av komponenter och relationer, vilken utmynnar i att modellens beståndsdelar identifieras och som leder till att en modellstruktur bildas varifrån härledningar görs.

Denna fas är interdependent med modellformuleringen, där utifrån olika villkor modellens struktur tar form.

6.3.2.1 Förutsättningar

Modellstrukturen härleds från de postulat (teoretiska och empiriska) om vilka egenskaper som är väsentliga för det system som modellformuleringen utmynnat i. Systemstruktureringsfasen och modellformuleringsfasen präglas av stark interaktion och som resultat av att olika schematiseringsregler används utvecklas den "färdiga" modellen.

Trots att systemstrukturen ytterst görs beroende av olika förutsättningar, som har att göra med kunskaper om det modellerade systemet och syften vid modellformulering, kan det vara befogat att analysera denna fas utifrån mera generella utgångspunkter. För att handskas med de i allmänhet komplexa simuleringsmodellerna, kan beskrivning och konstruktion delas upp i olika moment. En uppdelning är:

46) *Mize-Cox*, 1968, s 142.

- a) En definition av systemet och de relationer som systemet antages ha till miljön. Först genomföres systembeskrivningen på en högre beskrivningsnivå med urskiljande av ett antal komponenter och dessas relationer och sedan på en lägre beskrivningsnivå där komponenterna beskrivs och uppdelas ytterligare.
- b) En beskrivning av modellens beståndsdelar med särskiljande av olika morfologiska beståndsdelar.
- c) En strukturering av simuleringsmodellens fysisk-logiska del och tidsmässiga del.

Förutsättningarna för systemstruktureringen är dock olika på olika planeringsnivåer.

Vid den *strategiska* nivån kommer segmenteringsproblematiken mellan olika delar av en övergripande modell att vara central. En lösning på denna problematik är att dela upp den övergripande modellen i ett antal i princip självständiga delmodeller där dock output från en modell utgör input till en annan. Ett sådant exempel för en "corporate model" visas i ett modulärt uppbyggt system för planering.⁴⁷⁾ I denna ingår tre delar: "Marketing", "finance" och "production". Var och en av dessa kan i princip ses som representation av ett avgränsat system. I detta fall utgör således den sammanbindande "corporate model" ett suprasystem till dessa, medan olika delar i respektive system utgör subsystem i relation till de tre definierade systemen.

Ovanstående exemplifierar ett sätt att lösa den segmenteringsproblematik som är för handen vid system med vitt omfång.

På *resursplaneringsnivån* kan, utifrån modellformuleringen, olika sätt att formulera modellstrukturen utnyttjas. Ett exempel på en modell-

47) Simplan/1, Social system inc., 1974. Simplan/1 beskrivs dels som ett specialkonstruerat språk för "corporate models", dels som ett system som innehåller rutiner för databas, rapporter och olika subrutiner för t ex prognosticering eller finansiella uppställningar.

struktur som direkt relateras till ett konventionellt beskrivningssystem är *Mattessichs* modell över ett företags budgetsystem ("Simulation of the firm through a budget simulation program").

I andra fall sker systemstruktureringen direkt i anslutning till beskrivningen av de element och flöden som identifierats i samband med modellformulering t ex "Sprague-modellen" (Forrester, 1961) över försäljning - produktion - lager. I ytterligare andra sker en stegvis sambandsstrukturering. Så sker t ex i *Boninis* (1963) modell en uppdelning i nivåer av ett besluts- och informationssystem. På den *operativa* nivån kan systemstruktureringen utgå från detaljerade beskrivningar och/eller algoritmer och regelsystem som styr olika flöden.

Nedan beskrivs, i anslutning till tidigare angivna moment, olika sätt att strukturera systemet till en simuleringsmodell.

6.3.2.2 Steg vid bestämning av systemstruktur

A. En *systemdefinition* i dess mest rudimentära form kan ske med identifikation av ett antal komponenter, som tillsammans bestämmer systemets omfattning. En sådan beskrivning används av bl a *Naylor*⁴⁸⁾, som i denna fas endast urskiljer fysiska relationer mellan komponenterna. Grovheten i en sådan beskrivning gör dock att den ur många synpunkter är relativt otillfredsställande, då framförallt informationsrelationer ej specificeras.

*Amstutz*⁴⁹⁾ arbetar med två olika typer av systembeskrivningar dels en makrobeskrivning med urskiljande av komponenter och dels en mikrobeskrivning, där de olika elementen i respektive komponent specificeras. Till skillnad från *Naylor*s systembeskrivning specificeras här inte enbart fysiska relationer utan även informationsrelationer. I likhet med *Forrester* (1961), *Balderston-Hoggatt* (1962) och senare efterföljare sker denna makro-specifiering med urskiljande av ett antal flöden, vilka vid de olika komponenterna förändras (transformeras). Varje delsystem kan

48) *Naylor et al*, 1966, kap. 1. Jfr också *Andersin & Sulonen* (1972) som visar hur olika grafiska figurer kan utnyttjas för att visa olika fysiska samband.

49) *Amstutz*, 1967.

alltså beskrivas på makronivå med en input-mängd egenskaper, en output-mängd egenskaper och en tillstånds-mängd egenskaper, vilka är relaterade genom tillstånds- och outputtransformationer.⁵⁰⁾ På makronivå kan en sådan systembeskrivning användas för att kartlägga hur de olika komponenterna inbördes relateras och hur respektive komponent relateras mot miljön.

Vid mikrobefskrivning görs en noggrannare beskrivning av de på makronivån identifierade komponenterna, varvid element och relationer inom varje komponent beskrivs detaljerat.⁵¹⁾ Fördelarna med detta angreppssätt är bl a att en explicit redovisning sker av de delprocesser som varje komponent antages bestå av och att analysen kan utföras separat för varje komponent. Detta "modul" angreppssätt har också använts i ett flertal studier⁵²⁾ över komplicerade system och lett till att synnerligen komplexa systemavbildningar kunnat beskrivas relativt överskådligt.

Ovanstående systembeskrivningar gör det alltså möjligt att i beskrivningen logiskt:

- a) Definiera systemets delar eller komponenter
- b) Definiera relationer mellan komponenter
- c) Definiera relationer till miljö
- d) Definiera delar på olika beskrivningsnivåer.

B. *Beskrivningen* av den kvantifierade modellens beståndsdelar kan göras utifrån logiska indelningsgrunder. Ett sådant förfarande torde ha flera fördelar:

50) Jfr *Andersin*, 1969, kap 4.

51) En utförligare beskrivning av karakteristika vid specificering av mikrobefskrivningar ges i *Kuehn* "Complex interactive models" i Frank, Kuehn & Massy, 1962.

52) Som exempel kan nämnas *Thabor & Noblanc* "Marketing Information and Simulation Systems for the tire producers" i *Computer Simulation Versus Analytical Solutions*, 1972, IV, *Amstutz & Claycamp* "Simulation techniques in analysis of marketing strategy" i "Application of the sciences in marketing management", 1966, *Balderston & Hoggatt*, 1962 och *Orcutt et al*, 1961.

- a) En precisering av modellelementen kan göras.
- b) En överblick av modellelementen kan erhållas.
- c) Då modeller oftast utvecklas stegvis kan genom komplementering en kontroll hållas över de i modellen ingående elementen.
- d) Icke minst ur kommunikationssynvinkel kan en sådan beskrivning vara värdefull t ex vid diskussion om realism i gjorda antaganden.

I litteraturen finner vi olika förslag⁵³⁾ till indelningar av modellelement. Vi ska här endast i sammandrag⁵⁴⁾ behandla två indelningar. Båda indelningarna utgår från att en modell kan beskrivas i parametrar, variabler och relationer.

I. *Naylor* indelar modellelement i sex klasser:

- a) Parametrar - Värdena bestäms innan varje körning och påverkas ej av simuleringen. Värdena är alltså inputdata till modellen och förändringar av dessa värden kan göras experimentellt. Parametrarna kan indelas ytterligare efter modellkaraktäristika.
- b) Exogena variabler är oberoende eller inputvariabler i systemet och antages oberoende av utformningen av det modellerade systemet vid varje simulering. Exogena variabler kan vara kontrollerbara eller okontrollerbara. I förstnämnda fall förutsätts att den presumtive beslutsfattaren kan manipulera med olika värden på dessa variabler, vilket alltså motsvarar modellkörningar under olika förutsättningar.
- c) Operationskaraktäristika relaterar de exogena variablerna till det kontrollerade systemet, t ex i form av en sannolikhetsfördelning.
- d) Statusvariabler uttrycker systemtillstånd mätt vid en tidpunkt eller tidsperiod. Dessa variabelvärden bestäms följaktligen av interaktion i modellen.

53) Bl a *Naylor*, 1966, kap. 1, *Mize-Cox*, 1968, kap 8 och *Martin*, 1968, kap 8.

54) En jämförelse mellan Naylors och Mize-Cox beskrivningar har gjorts av *Junker*, 1970 och en detaljerad beskrivning av en modells beståndsdelar utifrån Naylors klassificering redovisas i *Bruzelius*, 1972. Se också Appendix 2.

e) Endogena variabler är liksom statusvariabler beroende variabler. Dessa kan också benämnas outputvariabler då de uttrycker de mätningar som utföres med modellen.

f) Identiteter uttrycker logiska relationer och beslutsregler i systemet.

Sammanfattningsvis kan konstateras att Naylor's indelning utmynnar i en uppdelning i

a) Parametrar

b) Variabler $\begin{array}{l} \rightarrow \text{Oberoende} \\ \rightarrow \text{Beroende} \end{array} \begin{array}{l} \rightarrow \text{Mätvariabler} \\ \rightarrow \text{Tillståndsvariabler} \end{array}$

c) Relationer $\begin{array}{l} \rightarrow \text{Oberoende relationer} \\ \rightarrow \text{Systemrelationer} \end{array}$

II. *Mize-Cox* indelning skiljer sig mot Naylor's beträffande variabler och relationer.

Variabelindelningen görs i fyra par:

Oberoende - Beroende

Intern - Extern

Kontrollerbar - Okontrollerbar

Input - Output

En systemvariabel kan klassificeras enligt flera olika kombinationer. *Mize-Cox* illustrerar detta med en korsklassificering,⁵⁵⁾ där han urskiljer 31 olika tänkbara delgrupper.

I jämförelse med Naylor's indelning framtvingar användandet av *Mize-Cox*' schema en ökad precision, men torde å andra sidan vara något mindre överskådligt - åtminstone i de fall variabelantalet är stort. En reduktion av *Mize-Cox* klassificeringsschema genom att icke ta med paret intern - extern i klassificeringen, torde inte ha någon nämnvärd betydelse för klarheten i klassificeringen (vilket skulle innebära 15 variabelklasser).

55) *Mize-Cox*, 1968, s 145.

Mize-Cox särskiljer mellan tre typer av relationer:

1. "Structural relationships are those that link components and their attributes together, such as distances between components."
2. "Sequential relationships are those that pertain to events within a performing system that are related only by time dependence."
3. "Functional relationships are those that determine the behavior of a components as a function of all the components and as a function of the values of the external, controllable and independent variables of the system".

I jämförelse med Naylor definieras alltså ytterligare två typer av relationer; struktur- och sekvensrelationer, vilka hos Naylor kan behandlas som antingen identiteter eller operationskaraktäristika. Struktur- och sekvensrelationerna kan också uppfattas som de relationer som direkt påverkar strukturering av den dataprogrammerade modellen. Mize-Cox klassificeringsindelning är alltså även på denna punkt mer utförlig. Å andra sidan är dessa relationer sådana att de med fördel kan beskrivas med block- och flödesplaner.

C. *Modellstrukturering* kan definieras som överförandet av den gjorda beskrivningen till en simuleringsmodell. Modelluppbbyggnaden kräver:⁵⁶⁾

- I. En strukturering av systemets fysisk-logiska delar.
- II. En strukturering av systemets tidsmässiga delar.

I. En simulering kan betraktas som ett orsaksnätverk, varvid den fysisk-logiska strukturen kan sägas utgöra nätverkets tvångsbindningar. En naturlig indelningsgrund är att dela in dessa i två grupper:

- a) Tvångsbindningar från fysiska processer.
- b) Tvångsbindningar från beslutsprocesser.

56) Delmoment C I ansluter i huvudsak till *Skaussen*, 1967, kap. 7.

Punkten a) kan ofta göras utifrån elementens rumsliga belägenhet (motsvarar strukturrelationer enligt Mize-Cox) och kan eventuellt struktureras i direkt anslutning till en grafisk schematisering över systemet (typ Naylor). Punkten b) erfordrar att en beskrivning görs av de antagna informationsprocesserna, då en logisk konsistens sökes för hur olika processer är relaterade. Kravet på att nätverket ska vara fullständigt framtvingar följaktligen en i detalj gjord precisering av systembeskrivningen.

En beskrivningsteknik som är synnerligen lämplig för ovanstående struktureringar är blockschema, som möjliggör en identifikation av båda dessa relationer. *Skaussen* argumenterar för användande av strukturtabeller.

"Medens et blockdiagram giver en glimrende beskrivelse af aktiviteter, sekvens och ström, er strukturtabellens force beskrivning af beslutningslogik. Det vil derfor ofte vaere effektivt at dokumentere et komplekst system, som en raekke strukturtabeller, hvor man har brugt et blockdiagram til at vise, hvorledes disse tabeller haenger sammen." 57)

II. För strukturering av systemets tidsmässiga delar kan flödesplans-tekniker användas. I den form av flödesplan som ligger nära programmeringen knyts struktureringen till det programmeringsspråk som modellen planeras för, varför flödesplanens utseende blir beroende av valt språk. 58)

Vid modellstruktureringen är alltså språken använda inte enbart som programmeringsmeddelande, utan också som verktyg för modellkonstruktionen. Modellkonstruktionen påverkas därför troligen av det programmeringsspråk som väljs. Språkvalet kan exempelvis stå mellan ett allmänt problemorienterat språk (typ Fortran, CSL eller Algol) och ett speciellt simuleringsspråk (t ex Simscript, GPSS, Dynamo, PSG, Simplan/1 m fl). 59) Ur modelleringssynpunkt är inte enbart vinster ur

57) *Skaussen*, 1967, s 7.10 - För beskrivningar av beslutstabeller se vidare *Lyth m fl*, 1973.

58) Programmet kan styras antingen med tidsframskrivning över fasta intervaller eller genom händelsestyrning med oregelbundna intervaller.

59) För en analys av olika simuleringsspråk se *Krasnow* "Simulation - Languages" i Naylor 1969. En analys av krav på simuleringsspråk göres i en uppsats av *Tocher* "Simulation: Languages" i Aronofsky, 1969. För en genomgång av några olika språk se *Carter & Huzan*, 1973.

programmeringshänseende av betydelse, utan också att bindningen till formen är sådan att inte modellkonstruktionen blir förvrängd.⁶⁰⁾ Eventuellt kan detta vara en orsak till att merparten⁶¹⁾ av redovisade simuleringar, åtminstone vid fasta tidsintervaller, synes ha varit programmerade i allmänt problemorienterade språk. Andra orsaker kan vara konstruktörens kunskap om språk och tillgång till kombinatorer.⁶²⁾

Slutligen kommer vid programmeringen upp frågeställningar och problem som organisation av input-data, indexering av modellelement, segmentering av programmet, organisation av olika utskrifter och felsökning.

Beträffande systemstrukturering kan denna uppfattas som en specificering av dels systemets fysiskt-logiska delar och dels av dess tidsmässiga. Användbara tekniker för denna schematisering är blockschema respektive flödesplaner. Modellkonstruktionen slutligen ställer konstruktören inför en mängd problem, som kan underlättas genom val av ett språk som "passar" problemställningen.

D. *Sammanfattningsvis* har vi angett en uppdelning av systemstrukturering i tre interrelaterade led:

- a) Definition av systemet med urskiljande av komponenter på makronivå och definition av element på mikronivå.
- b) Beskrivning av modellens kvantifierade element med hjälp av klassificeringsschema.
- c) Strukturering av systemets fysisk-logiska och tidsmässiga delar.

60) "The key word in comparing FORTRAN with the simulation languages is flexibility, since this is the principal to advantage to be gained by writing simulation programs rather than in GPSS, SIMSCRIPT, GASP, etc. The flexibility of FORTRAN can easily be seen in its complete independence of flow charting", *Naylor*, 1966, sid 242.

61) Jfr *Gershefski*, "Corporate Models - The state of the art" i Schrieber (1970, s 42). I en studie om "Corporate Models" befanns 65 % programmerade i Fortran, 20 % i Cobol, 4 % i PLI. Detta förhållande håller dock med största säkerhet på att förändras genom utveckling av speciella språk för "Corporate models" typ PSG, FAPS, SIMPLAN'I.

62) *Gullander* (1970 a, 6.4.4) analyserar några faktorer som påverkar valet av programmeringsspråk och sammanfattar valproceduren i en flödesplan.

6.3.3 Numerisk specifikation

Problemet att numeriskt specificera modellelement är inte specifikt för simuleringsansatsen, men till skillnad från antalytiska modeller måste samtliga de i modellen ingående variablerna och parametrarna specificeras.

"För modeller avsedda för analytisk lösning är det inte ovanligt att man underlåter att säga något om parametrarnas definitionsmängder. Först vid tolkning av en lösning brukar man ange villkor för parametervärden. För modeller avsedda för simulering är det nödvändigt att ge alla parametrar numeriska värden före själva simuleringen."⁶³⁾

6.3.3.1 Förutsättningar

Problematiken med numerisk information till modellerna kan beskrivas ur olika synvinklar, dels i förhållande till ett informationssystem, dels i förhållande till hur bestämningen av de olika elementen sker.

Avseende informationskaraktistika för olika typer av planering är dessa (jfr 6.1.2) olika för de olika nivåerna.

På den strategiska nivån är förutsättningarna små för att det interna informationssystemet ska kunna tillgodose erforderligt informationsbehov. Planeringens omfång och tidsmässiga horisont kräver olika slag av omgivningsinformation som i allmänhet inte kan tillgodoses genom ett internt informationssystem. I denna typ av planering krävs således en aktiv informationsinsamling i samband med modellenanvändning.

Vid den resursplanerande nivån är möjligheterna i allmänhet större att utnyttja informationssystemet för numerisk information, t ex genom utnyttjande av information från redovisning och budgetuppföljning. Denna information tillgodoser i allmänhet endast en del av det totala informationsbehovet, varför andra källor måste utnyttjas t ex olika hypoteser om efterfrågeförhållanden och kapacitetssamband.

Vid den operativa nivån kan i vissa fall det interna informationssystemet utnyttjas för att direkt programmera det numeriska informationsunderlaget t ex vid lager- och sekvensproblem.

63) Hägg, 1966, s 24.

Avseende hur bestämning sker av ingångsdata kan vi skilja mellan olika slag av skattningsförfarande:

- a) subjektiva bestämningar,
- b) kvasiobjektiva skattningar, t ex genom olika mer eller mindre subjektiva antaganden om utfallsrum för olika modellelement, där antaganden byggs på ett begränsat antal mätningar (t ex från redovisning),
- c) skattningar med utnyttjande av formell metodik.

Med en viss generalisering kan påstås att förutsättningarna att utnyttja statistisk metodik i allmänhet är störst på den operativa nivån⁶⁴⁾ och minst på den strategiska.⁶⁵⁾

I det senare fallet kommer således modellvärden att i stor utsträckning skattas av olika beslutsfattare. Problematiken vid det senare fallet belyses med följande citat:

"We aspire that the model represent the world well. The standard of comparison, however, will not be perfection but rather what the manager has available to him now... Most of the models we are proposing tend, at least initially to be overparameterized with respect to available data. That is, we tend to put in more phenomena, than we know how to measure, but do so anyway because we believe they are important".⁶⁶⁾

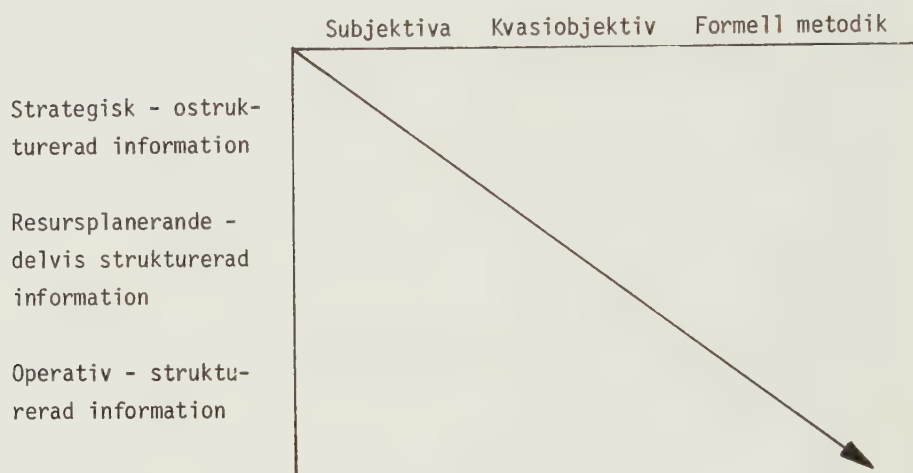
Avseende de båda aspekterna, numerisk information och tillvägagångssätt vid numeriska skattningar, har en tabell ställts upp som sammanfattning. Beroende på förutsättningar kan på respektive nivå olika skattningsförfarande användas vid bestämning av den numeriska informationen. I matrisen utmärks med en pil att förutsättningarna för användande av formell

64) Så kan t ex ofta statistisk metodik utnyttjas för att bestämma fördelningar vid kö- och lagerproblem (t ex genom användande av moment- eller maximum likelihood teknik för bestämning av parametrar.)

65) Vid den strategiska nivån är möjligheterna till upprepade mätningar begränsade och beroendeförhållandena mer svårbestämbare. I många fall blir det därför nödvändigt att förlita sig till olika beslutsfattareshedens bedömningar. Jfr *Schrieber*, 1970, avd 2, *Hammond* "Do's & don'ts of computer models for planning", HBR, 1974, March-April och *Hayes & Nolan* "What kind of corporate modelling functions best?", HBR, 1974, May-June.

66) *Little* "Models and managers: The concept of a decision calculus" i *Management Science*, 1970, April.

metodik i allmänhet är störst på den operativa nivån, medan subjektiva bedömningar således kan vara den mest (enda) framkomliga vägen på den strategiska nivån.



Figur 6:3. Informationsförutsättningar vid olika nivåer - tillvägagångssätt vid skattningar.

6.3.3.2 Skattningsförfarande

Som angavs i förutsättningarna kan den numeriska specifikationen skattas med olika grad av utnyttjande av formell metodik.

A. I de fall där skattningarna sker genom subjektiva antaganden kan det vara nödvändigt att använda modellen för att successivt pröva olika antaganden. *Little*⁶⁷⁾ ställer i sin artikel "Models and managers: Concept of a decision calculus" dessa sökprocesser i centrum och visar att modellerna kan användas för att stegvis förbättra användarens förståelse över planeringsobjektet. *Amstutz*⁶⁸⁾ ställer "what if" frågan i centrum för modellanvändningen och inkluderar i frågeställ-

67) *Little*, op.cit., 1970.

68) *Amstutz*, 1967.

ningen också en prövning av antaganden. *Boulden & Buffa*⁶⁹⁾ ställer likaså dialogen mellan användaren och modellen i centrum och understryker att modellen har en interaktiv funktion för att pröva olika antaganden. Denna explorativa karaktär har också belysts genom tidigare citat som visar modellens funktion.

Ovan angivna procedurer skiljer sig emellertid från en vanlig utgångspunkt, nämligen att modellkonstruktören ska bestämma olika variabelvärden.⁷⁰⁾

"We use to best advantage the extensive body of experience and descriptive information that probably contains 98 per cent of the essential information on decision making. The other 2 per cent will come from formal statistical and numerical data".

Frånsett att ovanstående citat inte ger någon uppfattning om möjligheterna att utnyttja formell metodik, ställer det indirekt stora krav på modellkonstruktörens bedömningsförmåga och perception.

- B. Med experiment på simuleringsmodeller finns möjlighet att analysera känsligheten av "godtyckligt" gjorda antaganden. Ett exempel på en sådan analys finner vi hos *Cyert-March*⁷¹⁾ vars ansats, i kort sammandrag, exemplifierar en sådan analys.

I deras modell "A general model of price and output determination" definieras 25 oberoende variabler för uttestning. Den procedur som används är att man för vardera av dessa specificerar medelvärde, gränsvärden och fördelning. Från dessa drogs ett sample på 100 olika uppsättningar av värden. Vidare definierades 24 mätvariabler och tre variationer av modellen gjordes. Med användande av multiple regressionsanalys kunde känsliga parametrar identifieras och slutsatser kunde dragas, avseende kritiska modellförutsättningar.⁷²⁾

69) *Boulden & Buffa* "Corporate models: on line, real time systems", HBR, 1970, July-August.

70) *Forrester* "Managerial decision making" i Greenberger, 1961. Citatet belyser den numeriska specifikationen av en aggregerad produktionsplaneringsmodell.

71) *Cyert & March*, 1963, kap. 8.2.

72) I senare artiklar av *Howrey & Kleijnen* "Simulation versus analytical solutions" i Naylor, 1969 och *Aigner* "A note on verification of computer simulation models" i Management Science, 1972, July, påvisas dock att Cohen-Cyerts test ger något felaktiga spridningsmått.

Problematiken med en modell där osäkerheten vid ett stort antal antaganden är stor kan illustreras med följande citat:

"In a model having many such parameters, the conformity of the model to the real world may be helped significantly by a judicious choice of parameters. Unfortunately, the theory being modelled is usually not detailed enough to dictate even broad limits for some of these parameters. Thus, it is necessary to use a large number of computer runs if one is to vary the parameters appropriately until the model seems to perform well. In the end, one may not know whether his model describes the real world properly or whether he has merely judiciously set enough parameters to allow the model to fit the existing data."⁷³⁾

C. I andra fall kan formell metodik användas för bestämning av den numeriska informationen. I dessa fall utnyttjas olika former för statistiska tekniker för bestämningen.

"The estimation of the parameters of economic models properly falls within the domain of the discipline known as "econometrics".⁷⁴⁾

Det faller utanför denna rapports ram att här redovisa användbara tekniker, utan i stället hänvisas till källor som *Naylor* (1969), *Norlén* (1972) och *Andreasson* (1973).

Sammanfattningsvis kan vi alltså konstatera en spännvidd i den numeriska specifikationen från subjektiva bedömningar till ekonometriska metoder, där valet av metod görs beroende såväl av möjligheter att insamla informationsunderlag som av de avsedda effekterna vid olika läroprocesser hos beslutsfattare.

6.3.4 Experimentplanering

6.3.4.1 Förutsättningar

I experimentplaneringsterminologi kan vi skilja mellan *kontrollerade* och *icke kontrollerade* variabler. De kontrollerade variablerna är de

⁷³⁾ *Cohen & Cyert* "Computer models in dynamic economics" i March, 1965, s 331.

⁷⁴⁾ *Naylor et al*, 1966, s 35.

variabler som används vid experimentet. Avseende systemets möjlighet att påverka variabler, kan särskiljas mellan *kontrollerbara* och *icke kontrollerbara* variabler. Experimentet kan innehålla förändringar av värden för både kontrollerbara och icke kontrollerbara variabler. I det förra fallet kan syftet vara att pröva alternativa lösningsförslag, i det senare att utreda beroendeförhållanden vid exogen påverkan. Nedanstående figur anger möjliga kombinationer av dessa indelningar:

	Kontrollerbara	Icke kontrollerbara	
Kontrollerade	Alt. prövning	Förutsättningsprövning	Experimentvariabler (faktorer)
Icke kontrollerade			Ej Experimentvariabler

Utgår vi från experimentsituationen kan två syften urskiljas, dels ett *normativt* dels ett *beskrivande* (eller explorativt). Avseende undersökningens syfte kan, med användande av föregående variabelpar (kontrollerbara - icke kontrollerbara) detta illustreras med följande figur:

	Normativt	Beskrivande
Kontrollerbara	Best. av 'bästa' lösning	Undersökn. som syftar till jämförelse med 'verklighet'
Icke kontrollerbara	Best. av parametervärden	Best. av parametervärden

Utgår vi från situationen att modellen ska ha en normativ användning, kan vi skilja mellan modellformuleringar med *en* eller *flera målvariabler* och mellan modeller som används för *statiska* fall eller *dynamiska med mätningar över en tidsaxel*. Avseende syftet för experimenten vid en normativ situation kan följande tabell formuleras avseende dessa variabelpar:

	Statisk	Dynamisk
En målvariabel (ev. under bivillkor) eller begränsningar)	Optimering	Optimering Satisfiering
Flera målvariabler	Satisfiering	Satisfiering

Det ur analysynpunkt mest svårhanterliga fallet är modellformuleringar där ett flertal målvariabler registreras över en tidsaxel. I detta fall måste bedömningarna innefatta såväl tidsmässiga aspekter som en uttolkning av värdena för ett antal målvariabler.

Något mindre komplicerad är situationen om enbart en målvariabel söks maximeras (alt. minimeras) över tiden. I detta fall innefattar bedömningarna enbart tidsmässiga aspekter som antingen ger upphov till ett optimeringsförfarande eller satisfieringsförfarande.

Vid det statiska (eg. stationära) fallet kan, beroende på förutsättningarna, antingen ett optimerings- eller ett satisfieringsförfarande tillämpas.

Ovan gjorda uppdelning av element vid experimentsituationer har syftat till att ange olika funktioner för experimentet.⁷⁵⁾

Avseende experimentens uppläggning kan vi urskilja två nivåer:

- I. Planering för variation av experimentvariabler.
- II. Planering för modellreliabilitet.

75) Experimentplaneringsmetodik behandlas av merparten av de metodinriktade böckerna om simulering. Bland de mer övergripande behandlingarna kan nämnas *Emshoff & Sisson's* (1970) som ger en något bredare metodologisk översikt av olika tekniker. I *Naylor* (1969) utgör experimentplaneringen det centrala temat. Bland arbeten som behandlar experimentplanering kan vidare nämnas *Lundin* (1973) som systematiserar olika beslut vid experimentplanering och *Andreasson* (1972) som ger en beskrivning av olika tekniker. I en bredare framställning som denna kan intresset centreras till att ställa olika experimentella tekniker i relation till förutsättningar för användning.

Beträffande "Planering för variation av experimentvariabler" kan olika typer av design urskiljas:

1. Varje unik kombination uttestas eller ett heuristiksförfarande används.
2. Experimentell uppläggning genom tillämpning av experimentell statistik.
3. Optimumsökande tekniker för en målvariabel under förutsättning av kontinuitet.

Dessa experiment kan gälla:

- a) Variationer för att pröva modellantaganden.
- b) Variationer för att utvärdera alternativa systemdesign.

Beträffande "Planering av modellreliabilitet" kan olika typer av problem urskiljas:

1. Bestämning av initialtillstånd för mätningar.
2. Bestämning av körningslängd (i simulerad tid och antal processupprepningar).

Medan upplägningsproblematiken på nivå 1 är relaterad till syftet för härledning av modellösning, avser planeringen av modellreliabilitet att tolkning av resultat ska kunna ske med önskad säkerhet.

Med utgångspunkt från förutsättningarna för användande av olika "experimental design", kan vi urskilja skillnader mellan olika nivåer i planeringssystemet.

Vid den strategiska nivån kommer modellerna att få en explorativ funktion, då beskrivningar bygger på olika antaganden. Uttestning av olika beslutsfattareshypoteser kommer därför att vara väsentliga vid experimenten. Modellerna innefattar vidare ett antal olika målvariabler och resultaten mäts (i allmänhet) över en tidsaxel. Härav följer att användningsmöjligheterna för formell metodik begränsas och endast under särskilda omständigheter kan optimumsökande tekniker användas. I stället

kommer olika beslutsfattares kunskaper att användas om modellen utnyttjas i en sök-lärprocess.⁷⁶⁾

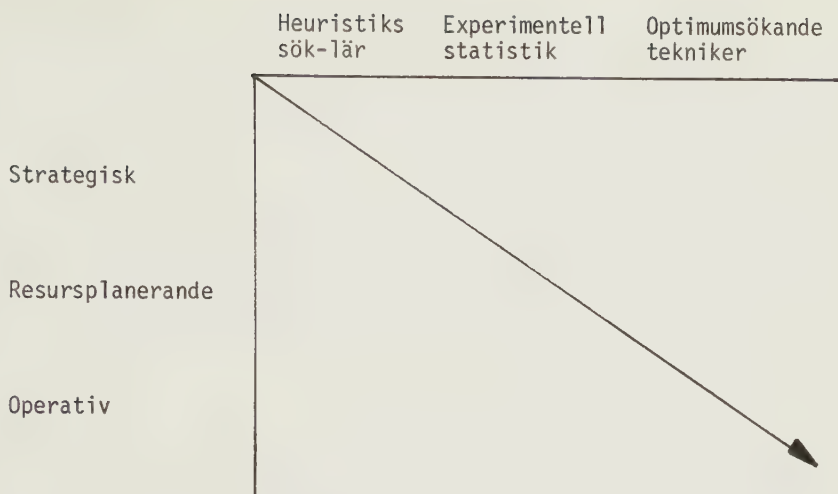
Vid den resursplanerande nivån kan i allmänhet modellen i större utsträckning byggas upp kring i företaget existerande beskrivningsscheman (t ex budgetstommar). Även i detta fall kommer dock uttestningen av antaganden i allmänhet att vara väsentlig.⁷⁷⁾ Endast i extremfall kan modellerna ställas upp mot en målvariabel och simuleringarna avser i allmänhet ett antal olika perioder. Således är möjligheterna att utnyttja formell experimentell metodik större, medan möjligheterna att utnyttja optimumsökande tekniker är små.

Vid den operativa nivån är möjligheterna att använda formell metodik vid den numeriska specifikationen större. Antagandena om modellegenskaper är således troligen gjorda med större grad av säkerhet. Målformuleringen kan ofta göras i form av minimering eller maximering av en målvariabel. Antaganden om stationärt beteende kan införas. I dessa fall kan det finnas möjligheter att använda optimumsökande tekniker. I andra fall kan ett experimentförfarande planeras där experimentell statistik utnyttjas.

Ovanstående analys av förutsättningarna vid experimentplanering kan illustreras med en matris. Pilen utmärker att förutsättningarna för utnyttjande av optimumsökande tekniker är störst på den operativa nivån, medan heuristikförfarandet kan vara den mest framkomliga vägen vid den strategiska nivån.

76) Redovisade "corporate models" belägger tesen att formell metodik har begränsad användning.

77) Jfr tidigare redovisade (5.2.2) användningsområden.



Figur 6:4. Experimentplanering vid olika nivåer i sammanfattning.

6.3.4.2 Experimentplaneringstekniker

I sammandrag anges nedan olika experimentplaneringstekniker utan anspråk på fullständighet.⁷⁸⁾

I. Planering för variation av experimentvariabler.

1. Heuristikstekniker.

- a) Influensmatriser - där en korstabulering görs av experimentvariabler och mätvariabler - kan användas för att systematisera kunskaper om olika variablers betydelse.⁷⁹⁾
- b) Slumpmässig sökning - innebär att man väljer en uppsättning experimentvariabler, genomför en utvärdering, och fortsätter tills en tillfredsställande lösning nåts.⁸⁰⁾

2. Utnyttjande av experimentell statistik.

I detta fall undersöks kombinationer av diskreta experimentvariabler.

78) Endast ett fåtal tekniker anges i varje grupp. I övrigt hänvisas till tidigare angivna böcker.

79) Overholt "Factor selection" i Naylor, 1969.

80) Jfr Mize-Cox, 1968, kap. 8.

a) "Full factorial design" - innebär att alla kombinationer utvärderas.

b) "Fractional factorial design" - innebär att endast vissa kombinationer utvärderas.⁸¹⁾

3. Optimeringstekniker⁸²⁾

Förutsätter kontinuerligt varierbara experimentvariabler och en mätvariabel. Ett antal olika tekniker har utvecklats för att med utgångspunkt från en specificerad startpunkt och riktning nå optima för en mätvariabel.

II. Planering för modellreliabilitet.

Vid simuleringsexperiment ska slutsatser kunna dras med viss säkerhet för mätfel. Olika problem som påverkar modellreliabilitet är fastställande av initialvärden, körningslängd - antal upprepningar och slump-talsgenerering.

Ovanstående problem kan behandlas dels med tekniker av "tumregel"-karaktär, dels genom användande av statistisk metodik. Utvecklingen de senare åren har kännetecknats av en större metodologisk insikt, vilket kommit till uttryck i såväl den mer renodlade metodorienterade litteraturen⁸³⁾ som i utförda studier.⁸⁴⁾

Olika tumregler⁸⁵⁾ som använts har gällt bestämningen av "inkörningstid" för initialvärden, olika frekvenser och nödvändiga körningslängder. I

81) Utnyttjas och beskrivs i *Bonini* 1963.

82) För olika tekniker och dessas användning se *Wheeling* "Heuristic search: structured problems" i *Aronofsky*, 1969, *Emshoff & Sisson*, 1970 och *Burdick & Naylor* "Response surface design" i *Naylor*, 1969. Tilläggas bör att dessa är relativt kostnadskrävande att använda.

83) *Andreasson* (1973) har i kompendieform sammanställt olika tekniker om modellreliabilitet och i kompendiet behandlas vidare olika metoder för att minska körningslängder (variansreducerande metoder). I *Naylor* (1969) samt i en rad olika artiklar i bl a *Management Science* behandlas olika tekniker.

84) Det kan noteras att i flera av dessa studier har ett direkt samarbete skett mellan ekonomer och statistiker av olika problem vid skattningar avseende reliabilitet och numerisk specifikation, t ex *Bruzeliuss* 1972, *Lohmander & Öwing* 1972 och *Bråttén & Norlén* 1969 och 1972.

85) Behandlas bl a av *Conway* "Some tactical problems in digital simulation", *Management Science*, 1963, Oktober och *Tocher*, 1963.

stället för dessa tumregler har tekniker utvecklats som gör de olika delproblemen beroende av varandras lösning. Utgångspunkten för sådana noggrannare analyser är, att konfidensgränser sätts för de beräknade resultatvariablerna. Vid oberoende observationer kan slutsatser dras med användande av "vanliga" statistiska tester. I det mer vanliga fallet med autokorrelerade observationer kan inte dessa användas. I stället kan statistiska överläggningar som blockindelningar eller upprepade simuleringar användas, så att mätvariablerna kan betraktas som approximativt oberoende eller så kan autokovariansanalys användas.⁸⁶⁾

Användandet av formell metodik gör det möjligt att i logisk följd lösa problem med mätningar av resultatvariabler, nödvändig körningslängd och fastställande av initialvärden.⁸⁷⁾ I detta sammanhang kan variansreducerande metoder användas för att minska nödvändiga körningslängder.⁸⁸⁾

Om simuleringskörningar och resultatmätningar ska göras som ett led i en kontrollerad process, kommer utnyttjandet av statistisk metodik att bli ett led i denna process. Utnyttjandet av statistisk metodik har i första hand skett inom problemområden, där numeriska fördelningar skattats genom formella mätningar t ex kö, lager, nätverk och sekvensplanering. Utnyttjandeområdet begränsas inte till dessa, utan i princip kan på modellnivån metoderna generellt appliceras till stokastisk simulering. Det bör dock observeras att vid simuleringar över processer representerade över längre tidsintervall, antalet replikationer i allmänhet kommer att vara färre och modellen representera transienta förlopp samtidigt som deterministiska förutsättningar införs.

86) *Andreasson* (1973) ger förutom en beskrivning av dessa tekniker också anvisningar om när de i första hand är tillämplbara. *Emshoff & Sisson* (1970) gör med utgångspunkt från en artikel av *Hauser et al* "Design problems in a process control simulator", *Journal of Industrial Engineering*, 1966, February, en jämförelse mellan autokovariansanalys och blockindelning. Se också *Fishman* "Estimating sample size in computing simulation experiments", *Management Science*, 1971, September.

87) Ett exempel där dessa delproblem löses i en följd lämnar *Bruzeliuss*, 1972.

88) I synnerhet synes antitetiska samplingmetoder vara användbara. Se vidare *Kleijnen* "Monte Carlo Techniques: A Comment" i *Naylor*, 1969, *Andreasson*, 1972 och 1973 samt *Emshoff & Sisson*, 1970.

6.3.5 Validering

6.3.5.1 Förutsättningar

Det finns inte någon entydigt accepterad definition av valideringsbegreppet vid simulering. Överhuvudtaget kan inte någon allmänt accepterad syn på valideringsproblematiken vid simuleringsmodeller redovisas. Tvärtom har relativt motstridiga uppgifter framförts.

I denna framställning utnyttjas en rad olika källor⁸⁹⁾ vid analysen av valideringens innebörd och för att ange hur problemkomplexet kan hantearas.

Följande två definitioner används för att ange validitetsproblematikens innebörd:

"Validation is the act of increasing to an acceptable level the confidence that an inference about simulated process is correct for the actual process".⁹⁰⁾

"A valid model produces results that are meaningful when properly interpreted." ⁹¹⁾

Validering kan alltså ses som den process som leder till att modellen ger lösningar, som kan tolkas på ett meningsfullt sätt. Validering av en modell ställs följaktligen i relation till syftena vid modellering.⁹²⁾ Validering är således ett relativt begrepp.

89) I första hand *Amstutz*, 1967, kap 13, *Andersin*, 1969, 5.2.2) *Bruzelius*, 1972, *Fagerstedt & Pettersson*, 1971, *Forrester*, 1961, 1962, 1968 (a), (b), *Hermann*, 1967, *Holt* i *Greenberger* 1962, *Holt & Schrank* 1967, *Hägg*, 1966, *Larsson & Lundin* i *Stockhaus* 1970, *Lundin*, 1972, *Martin*, 1968, *Naylor*, 1966, *Naylor & Finger*, 1967 och *Van Horn*, 1971.

90) *Van Horn* "Validation of simulation results" i *Management Science*, 1971, s 247.

91) *Martin*, 1967, s 262.

92) *Fagerstedt & Pettersson* (1971) argumenterar för att validitet ska uttrycka en i princip objektiv relation mellan modell och "verklighet". Trots en mycket noggrann genomgång av valideringsproblematikens olika delar förmår de inte övertyga om detta. Ska t ex en explorativ modell för strategisk planering ställas under samma validitets förutsättningar, som en modell som uttrycker upprepat mätbart beteende t ex en kö-modell?

Utifrån detta synsätt ställs planeringens förutsättningar i centrum. Centrala frågeställningar blir då:

Vilka är modellens *funktioner* i planeringssystemet?

Under vilka *strukturella förutsättningar* formuleras modellen?

Vid prövning av modellens validitet framstår det därför som nödvändigt att klargöra förutsättningarna för modellering.

Som angavs i tidigare avsnitt (6.2) kan validering vidare ses som direkt beroende av de andra delarna av metodfunktionen vid simulering. Sett utifrån denna processinriktade syn⁹³⁾ kan alltså hela kedjan av metodproblem ses som led i valideringen.

För att bedöma validiteten i de olika delarna krävs också kriterier utifrån vilka en bedömning kan ske. Som konsekvenser av ovanstående bör eftersträvas:

- A. En referensram för modellens användande till vilket valideringen kan relateras.
- B. En distinktion mellan olika delar av valideringsförfarandet.
- C. Kriterier för validering.

Dessa delar kan bilda underlag för en analys av valideringsproblematiken vid simuleringsmodeller.

6.3.5.2 Steg och kriterier vid validering

Bruzelius (1972) differentierar dessa punkter i olika delmoment. Detta utmynnar i ett förslag för behandling av valideringsproblematiken.⁹⁴⁾ Denna benämns AMVAS - "En allmän metod för validering av simuleringsmodeller". Valideringen delas upp i fem steg:

1. Villkor för validering fastställs.
2. Validering under modellkonstruktionsarbetet.
3. Validering under modellprövningsarbetet.
4. Sammanställning av validitetsprövning.
5. Implementering av simuleringsmodellen.

93) Jfr *Van Horn*, op.cit. 1971, s 247.

94) *Bruzelius*, 1972, s 152-162.

Vid specificeringen av villkor och kriterier bygger Bruzelius på bidrag från *Larsson & Lundin*, *Hermann* och *Van Horn*. AMVAS-metoden sammanfattas i en relativt specificerad tabell, som ställer valideringens olika faser i relation till villkor och kriterier.

I nedan angivna uppdelning av valideringsfaserna är inte syftet att ställa upp förslag för en generell metodik för validering, utan snarare att ange olika delmoment som har relevans vid en modellvalidering.

I. Villkor för validering

- A. Grunden för modellvalidering av en planeringsmodell är de *funktioner* den ska fylla i planeringssystemet. Modellens "plats" i planeringssystemet måste således definieras.

Ska den användas explorativt på en strategisk nivå?

Ska den användas för olika konsekvensberäkningar på resursplaneringsnivå?

Ska den användas för att optimera regelbundet återkommande beslut?

Ovanstående enkla frågeställningar exemplifierar utgångspunkter för en analys av modellens funktioner.

- A. 1-2 I detta sammanhang uppkommer frågeställningar om modellen har *deskriptiva och/eller normativa syften* och om modellen avser att *representera existerande eller icke existerande system*.⁹⁵⁾

Vid ett övervägande deskriptivt syfte är intresset i första hand riktat mot om de i modellen ingående delarna utgör en adekvat representation av det studerade systemet. Vid ett övervägande normativt syfte är intresset i första hand riktat mot modellens utfall i relation till det representerade systemet. Ovanstående anger vidare simuleringsmodellens användning för *analys* respektive *syntes*.

95) *Larsson & Lundin* "Some methodological views on digital simulation i Stockhaus, 1970 och *Van Horn*, op.cit., 1971.

Den andra frågeställningen, om modellen representerar ett existerande eller ett icke-existerande system, ger också olika förutsättningar för validering. Om modellen representerar ett existerande system, kan olika mätningar göras för innehåll och utfall. För ett icke-existerande system, är sådana empiriskt relaterade mätningar omöjliga att göra för totalmodellen. Olika delmodeller kan däremot eventuellt testas. Modellen kommer alltså här att användas i spekulativt syfte t ex för en sök-lärprocess.

- B. Modellens funktioner i planeringssystemet är relaterade till olika *strukturella* villkor. Det centrala är således hur olika strukturella förutsättningar för systemet representeras i modellen.
- B. 1-5 Sådana strukturella karakteristika kan gälla aggregationsgrad, val av tidsintervall och tidshorisont, det representerade systemets omfång, möjliga handlingsparametrar och orsak-verkansamband. Samtliga dessa faktorer kommer att påverka möjligheterna att validera enskilda delar av modellen. Vid en modell på hög beskrivningsnivå, som karakteriseras av att komponenter avbildas som input-output "boxar", är det endast möjligt att mäta överensstämmelsen mellan av modellen förutsagda händelser och händelser på objektnivån.⁹⁶⁾

Modellformuleringen i sig är således den process utifrån vilken villkoren för validering bildas. I allmänhet kan inte dessa villkor formuleras som entydiga motsatspar, men för att få en överblick av förutsättningarna kan det vara motiverat att ställa upp villkoren i form av checklists. (Jfr 6.3.1.)

II. Olika delar av valideringen

I konsekvens med tidigare framställning (6.2) uppfattas validering som en parallell process med systemstrukturering, numerisk specifikation och experimentplanering som leder fram till att lösningar härleds.

96) Hermann, "Validation in games and simulation", Behavioral Science, 1967, May, s 222.

- A. Validering vid systemstrukturering avser att pröva de antaganden utifrån vilka modellen ställts upp.

Sammanfattande beteckningar för denna validering är "*conceptual validity*"⁹⁷⁾, "*consistency*"⁹⁸⁾ och "*construct validity*"⁹⁹⁾ med i stort sett samma innebörd.

"Construct validity is concerned with what factors lie behind test performance, thus it is preoccupied with theory, theoretical constructs and scientific empirical enquiring involving the test of hypothesized relations." 99)

Komplementärt till detta validitetskriterium är "*face validity*", som uttrycker subjektiv tilltro till modellen.¹⁰⁰⁾ Om följaktligen överensstämmelse mellan olika personer som känner till det representerade systemets karakteristika nås, stärks tilltron till modellen.

- B. Validering vid numerisk specifikation kan benämnas "*variable-parameter validity*",¹⁰¹⁾ som hänförs till den numeriska specifikationen av enskilda modellelement.
- C. Validering av härledningar kan utgå dels i "subjektiva" validitetskriterier, dels i "objektiva" validitetskriterier.¹⁰²⁾

"Subjektiva" outputkriterier¹⁰³⁾ är:

- a) "*Viability*" - Krav på att modellen inte antar successivt större värden - "exploderar".

97) *Martin*, 1968, s 187.

98) *Andersin*, 1969, s 157.

99) *Larsson & Lundin*, 1970, s 263.

100) Se *Van Horn* (1971) som argumenterar för att detta validitetskriterium ur "cost/value" synpunkt är det viktigaste.

101) *Hermann*, 1967, s 222-223.

102) Se *Fagerstedt & Pettersson*, 1971, s 2.48-2.49.

103) Dessa kriterier har i urval använts av *Andersin* (1969), *Balderston-Hoggatt* (1962), *Bonini* (1963) och *Clarkson* (1962).

- b) "*Stabilitet*" - Studier av resultatvariablers stabilitetsegenskaper och jämförelse med de kunskaper som finns om ett verkligt eller "antaget" system.
- c) "*Rimlighet*" - En subjektiv uppskattning av modellresultaten överensstämmer med de resultat som kan förväntas i "verkligheten".
- d) "*Turingstest*" som innebär att individer testas om resultatet upplevs som "verkligt".

Ovanstående kriterier kan uppfattas som relativt "svaga", då de inte ställs mot empiriska data. Som framgick av modellvillkoren kan dessa i vissa fall vara de enda tänkbara output-kriterierna (t ex vid icke-existerande system).

"Objektiva" outputkriterier kan baseras på:

- a) Jämförelse mellan modellens *output och historiska data*
- b) *Prediktion - analys av modellresultat ex post.*

Det förra kriteriet kan vid normativa modellformuleringar snarast ses som en kontroll av modellens konsistens.¹⁰⁴⁾

Naylor & Finger formulerar problematiken enligt följande:

"When a simulation model is used for descriptive analysis the actual historical record produced by the system being simulated can be used as a check on the accuracy of the predictions, and hence on the extent to which the model fulfilled its purpose. But prescriptive analysis involves choosing one historical path along which the system will be directed. Hence only that historical record of the path actually travelled will be generated and the historical records of alternative paths corresponding to alternative policies will not be available for comparison. Though, in this case, the historical record cannot be used as a direct check on whether or not the model did actually point out the best policy to follow, the actual outcome of the policy chosen can be compared with the outcome predicted by the simulation model as an indirect test of the model. In either case, the predictions of the model are directly related to the purpose for which the model was formulated, while the assumptions which make up the model are only indirectly related to its purpose through their

104) Från *Holt* "Discussion - Managerial decision making i Greenberger, 1962.

influence on the predictions. Hence the final decision concerning the validity of the model must be based on its predictions."105)

Sammanfattningsvis har vi här angett ett antal olika kriterier för validering av simuleringsmodeller. Dessa har angetts i relation till olika delar av modelleringsprocessen. Användandet av olika kriterier förutsätts relateras till syften och möjligheter vid enskilda modelleringar, där ytterst faktorer som förbättringsförmåga, trovärdighet och testbarhet kommer att avgöra dess användning. (Jfr 2.1.5).

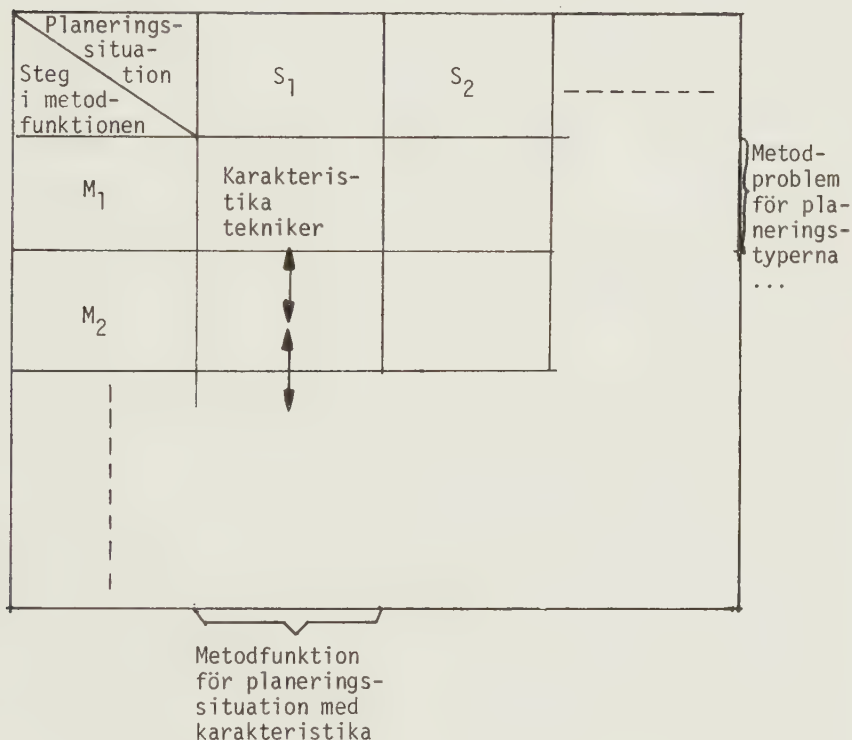
6.4 FÖRSÖK TILL SYNTES AV METODFUNKTION FÖR SIMULERING SOM ANGREPPSSÄTT VID PLANERING I ORGANISATIONER

I detta kapitel har en konceptuell modell föreslagits som visar olika tekniker för lösning av metodproblem i samband med att simulering kan relateras till förutsättningar för planering. Modellen sammanfattas i punktform enligt nedan:

1. Förutsättningarna för användandet av angreppssättet ska explicit anges i förhållande till planeringssubjekt, informationssystem och planeringsobjekt.
2. Ett beskrivningsschema erfordras som gör det möjligt att identifiera olika metodproblem från det val av angreppssätt gjorts till dess lösningen har tolkats.
3. Till beskrivningsschemat ska för respektive klass av metodproblem olika tekniker och/eller karakteristika kunna anges.
4. Från referensramen för olika planeringssituationer och beskrivningsschemat för olika metodproblem, ska tillämpbara tekniker kunna anges.

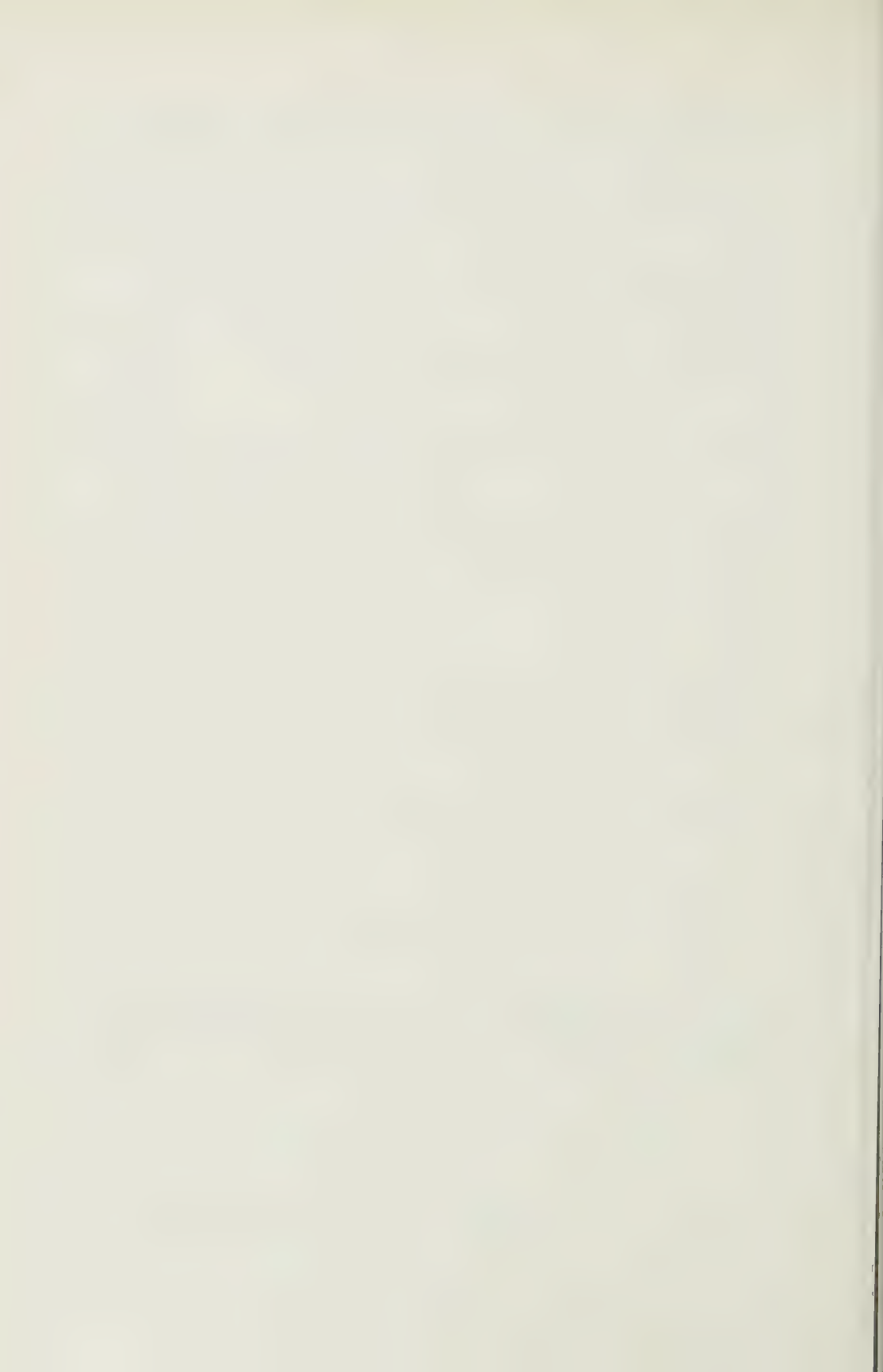
105) *Naylor & Finger*, 1967, s 96. De anvisar också test för analys av modellresultat.

Om erfarenheter från framtida tillämpning av simulering ställs i relation till en referensram av den typ som presenterats ovan, ökas därmed förutsättningarna för en successiv kunskapsupbyggnad. Detta illustreras med nedanstående figur:



Figur 6:5. Planeringssituation och steg i metodfunktion.

Kapitlet kan ses som ett teoriutkast som anger olika förutsättningar för simulering som en kontrollerad process vid planering.



KAPITEL 7. EN BESKRIVNING OCH ANALYS AV SIMULERINGSMODELLER VID OLIKA PLANERINGSNIVÅER

7.1 MODELLER PÅ DEN STRATEGISKA NIVÅN

7.2 MODELLER PÅ RESURSPLANERINGSNIVÅN

7.3 MODELLER PÅ DEN OPERATIVA NIVÅN

7.4 SIMULERINGSMODELLER SOM EN DEL AV ETT PLANERINGS- SYSTEM

I vår analys av simulering som angreppssätt vid planering i organisationer har vi dels definierat funktioner och karakteristika för simulering som angreppssätt vid olika planeringsnivåer, dels formulerat en metodfunktion för simulering som ställts mot förutsättningar för planering vid olika nivåer. Så långt har vi alltså i första hand sökt formulera konceptuella modeller för att analysera simulering som angreppssätt vid olika planeringsnivåer.

I detta kapitel centreras intresset kring en beskrivning av hur olika modeller formulerats och utnyttjats. Vi använder här (liksom i kapitel 5) den strukturellt definierade referensramen för planeringssystemet för att kategorisera olika modeller. På varje nivå urskiljs modeller med olika syften och med olika objektrepresentation. För att undvika en alltför omfattande framställning har vi begränsat antalet medtagna studier på varje nivå och beskrivningen av respektive studie har gjorts relativt kortfattad. Genom denna beskrivning exemplifieras hur modeller på respektive nivå har formulerats och utnyttjats. Däremot kan urvalet endast belysa en del av den existerande modellfloran och utgör således endast en beskrivning av ett antal "cases". Efter att olika modeller på varje nivå beskrivits i sammandrag granskar vi hur metodproblemen angripits och analyserar studiernas an-

vändning utifrån de kriterier för bedömning som i 4.4 formulerades för de av valt planeringssystem beroende processerna. Kapitlet avslutas med en sammanfattning, där vi mer generellt ställer användandet av simuleringsmodeller i relation till ett planeringssystem som består av en mängd olika informationsbearbetande komponenter och där olika komponenter har olika uppgifter i systemet.

Sammanfattningsvis utnyttjas således här referensramen för planeringssystemet för en indelning av modeller till olika planeringsnivåer. Vi beskriver kortfattat olika "cases" och granskar för modeller på respektive nivå hur metodfrågor angripits och analyserar studiernas användning. Av ovan framgår att vi här anger ett beskrivningsschema för kategorisering och analys av modeller, men att någon i egentlig mening komparativ analys inte görs.

7.1 MODELLER PÅ DEN STRATEGISKA NIVÅN

Vi har tidigare utförligt beskrivit planeringens förutsättningar på den strategiska nivån (4.2.), olika funktioner vid simuleringsanvändning (5.2.3), schematiserat strukturella modellegenskaper och processuella karakteristika (s 180) samt i samband med analysen av olika funktioner angett olika tillämpningsområden (5.2.3) och för olika metodproblem angett förutsättningar för lösning (6.3). Inledningsvis ska vi här endast kortfattat redogöra för några teoriutkast om simulering på den strategiska nivån och sedan ange utgångspunkterna för val av exemplifieringar.

Naylor har i några artiklar¹⁾ ställt simuleringsansatsens möjligheter i kontrast till den ekonomiska teorins antaganden om företags beteenden. Han pekar dels på att "corporate simulation models" utvecklats relativt fristående från ekonomisk teori och dels på att de redovisade modellerna uppvisar stora olikheter. Naylor gör ett

1) Naylor "Corporate simulation models and the economic theory of the firm" i Schrieber, 1970, Naylor "Towards a theory of corporate simulation models" i "Computer simulation versus analytical models", 1972, IV och Naylor "Corporate simulation models", Simulation Today, nr 16.

teoriutkast där han urskiljer tre beroende delsystem: produktion, marknadsföring och finansiering vars beteenden görs beroende av ledningsbeslut, exogena förhållanden och störningar. Han pekar i punktform på olika praktiska problem vid simulering t ex komplexiteten vid modellformulering och nödvändig information.

Rosencrantz behandlar i "Methodological Concepts of Corporate Models",²⁾ framförallt den typ av data och ekvationer som bildar modellstrukturen vid en "corporate model". Hans analys utmynnar i slutsatserna att modellstrukturen bildas av diskreta differensekvationer, där ekvationerna i huvudsak är deterministiska förstagradsekvationer för delstrukturer som anger finansiella och bokföringsmässiga samband, deterministiska differensekvationer av högre ordningen för produktion och lagerproblem och stokastiska av första och högre ordningen för interaktioner mellan företag och marknad. *Rosencrantz* behandlar däremot inte explicit vilka funktioner modellerna kan ha.

Om vi pragmatiskt granskar olika typer av modeller på denna nivå avseende deras modellbas och deras mer allmänna syfte kommer exemplifieringar från följande ansatser att beskrivas:³⁾

a) Modeller där det enskilda företaget representeras som en del av en större marknad. Modellformuleringen utgår således från en aggregerad beskrivning av en marknad och dess användningsområde för en enskild organisation⁴⁾ blir således beroende av möjligheterna att överföra och tolka resultat från den aggregerade modellen till det enskilda fallet. Under denna kategori faller således studier över "totalmarknader".

b) Modeller som utgår från en enskild organisations specifika förutsättningar i en marknad. I dessa modeller kan mer specifikt olika stra-

2) *Rosencrantz* "Methodological concepts of corporate models" i "Computer simulation versus analytical models", 1972, II.

3) En jämförelse kan göras med analysen i 5.2.3. Vi har här i första hand utlämnat modeller vars funktion är att utnyttja en förprogrammerad heuristikprocedur.

4) Gränserna, om sådana modeller kan hänföras till branschnivå eller om de kan ses utifrån enskilda organisationer, är beroende av modelltolkningen. Ett speciellt intressant exempel på integration mellan modeller av olika omfattning håller på vid Boeing, där Whartonmodellen över USA:s ekonomi kopplas med en specifik företagsmodell.

tegrer uttestas och information från modellen ses som en del av beslutsfattarnas sök-lärprocess om organisationens förutsättningar. Sedd i relation till föregående grupp är således dessa mer centrerade till enskilda organisationer. Under denna kategori faller marknadsbaserade "corporate models".

- c) Modeller som konventionellt hänförs till "corporate models". Till denna kategori kan hänföras merparten av de i litteraturen beskrivna modellerna. Dessa kännetecknas av att de i stor utsträckning baseras på beskrivningar av samband som t ex uttrycks genom olika delmodeller över organisationen. Framförallt görs i denna typ av modell olika finansiella beräkningar. Input till modellerna är bland annat olika efterfrågeförlopp, där samband kan uttryckas med olika typer av regressionslikvationer. Jämfört med föregående fall byggs modellerna i större utsträckning upp kring *interna* beroendeförhållanden, medan i allmänhet *externa* beroendeförhållanden uttrycks mer aggregerat.
- d) Modeller som utvecklats för att ge svar på specifika frågeställningar t ex vid produktval och lokalisering. I dessa modeller bildar alltså konkreta frågeställningar utgångspunkten för modelleringen och modellens funktioner är bland annat att ge "bästa möjliga" svar på den aktuella problemställningen.

Sammanfattningsvis ska understrykas att ovanstående indelning efter modellbas och modellernas allmänna syfte inte helt fyller kraven på att klasserna är varandra uteslutande. I nästa delavsnitt används denna delindelning för att exemplifiera fyra olika modeller som samtliga kan karakteriseras som strategiska.

7.1.1 Några modeller i sammandrag

- 1. *Balderstons-Hoggatts* modell (1962) exemplifierar en modell över en marknad.⁵⁾ Till skillnad från andra modelleringar över en industri⁶⁾
- 5) *Balderston-Hoggatts* modell är en "klassiker" inom simulering. Det väsentliga här är att modellen illustrerar ett exempel på hur olika företag representeras på modellnivån och också den metodik som utnyttjas.
- 6) T ex har textilindustrins utveckling över en tidsperiod modellerats av *Naylor, Wallace & Sisson* "A computer simulation model of the textile industry" i Review of the Statistical Institute, 1968. Andra exempel av branschsimuleringar redovias i *Naylor et al*, 1971.

eller det "typiska" företags utveckling⁷⁾ i en industri kan olika interaktionseffekter mellan olika enheter på marknaden studeras på modellnivån.

2. *Amstutz* modell (1967) exemplifierar i en modell olika interaktioner mellan en organisation och dess marknadsmiljö. *Amstutz* modelleringsansats har bl a utnyttjats i en studie över ett läkemedelsföretags marknadsmiljö⁸⁾ och i en modell över ett däcksföretags marknadsmiljö.⁸⁾ *Kotler*⁹⁾ redovisar en modell där företags marknadsföringsmodell ställs i relation till ett antal olika (16) komponenter i organisationen och dess miljö.
 3. *Gershefskis* modell¹⁰⁾ visar hur en modell formulerats som avser att representera sambanden mellan olika delar i ett företag. *Gershefski* redovisar, till skillnad från merparten av beskrivningar om "corporate models", vilka hänsynstaganden som tagits vid modellkonstruktionen och hans modell illustrerar också vilka problem som kan uppstå vid användande av komplexa modeller.¹¹⁾
 4. *Roots* modell¹²⁾ exemplifierar simuleringsanvändning vid strategiska val. *Root* behandlar riskanalys vid produktval.
-
- 7) *Cohen* (1960) använder "the typical firm" som utgångspunkt för en modellering av sko, läder och hudindustrin.
- 8) *Amstutz & Claycamp*, 1966, respektive *Thabor & Noblanc* "Marketing information and simulation systems for the tire producers" i "Computer simulation versus analytical solutions", 1972, IV.
- 9) *Kotler*, "Corporate models: better marketing plans", HBR, 1969, July-August.
- 10) *Gershefski* "Building a corporate simulation model", HBR, 1969, July-August.
- 11) Ironiskt nog har denna "berömda" implementering utmynnat i att modellen efter några års användning slutat användas. Från denna synpunkt kan naturligtvis val av modell vid beskrivningen diskuteras, å andra sidan pekar *Gershefskis* modell på problemen. I avsnitt 5.2.3 angavs olika referenser till studier som haft större livskraft.
- 12) *Root* "Implementation of risk analysis models for the management of product innovations" i "Computer simulation versus analytical solutions", 1972, IV.

Samtliga studier har beskrivits utifrån följande punkter: 1. Syfte, 2. Bakgrund, 3. Översiktlig systembeskrivning, 4. Modellanvändning och 5. Allmänna kommentarer. Avsikten har varit att ge en översikt av modellernas uppbyggnad, ej att detaljerat redovisa deras strukturella egenskaper och dess processuella karakteristika.

7.1.1.1 Balderston-Hoggatt: Simulation of market processes

Syfte: "To show how limits on market information, decentralization of market decisions and institutional alignment affect and are affected by economic forces".¹³⁾ (Jfr 5.3.2. a), s 166).

Bakgrund: Balderstons utförda fältstudier av timmermarknaden på den amerikanska västkusten bildar undersökningens empiriska bas.

Översiktlig systembeskrivning: Balderston och Hoggatt betraktar modellen: "As an experiment in constructing a general system model".¹⁴⁾ Modellen som representerar en flerledsmarknad kan uppfattas som ett beslutssystem med många beslutsfattare som arbetar under osäkerhet och betalar för information. Intresset inriktas på interaktionen mellan dessa beslutsfattare och de preferensvärderingar som är av betydelse för distributionen av varorna. Tre typer av företag representeras i modellen: tillverkare, grosshandlare och detaljister. Grosshandlarna är informationsförmedlarna och kontaktar tillverkarna för information om utbud och pris på samma gång som de kontaktar detaljister om information om dessa inköpspris. Sålunda arbetar grosshandlarna på marginalen mellan tillverkarnas utbudspriser och detaljisternas inköpspriser.

Modellanvändning - Ett nödvändigt villkor är att modellresultaten skall vara "viable", dvs att modellen ska generera ett rimligt beteende. Experimenten omfattar olika enhetskostnader för att utföra meddelanden och med två olika typer av preferensordning på de olika klasserna av företag. Hypoteser ställs upp om stabilisering av priser, vinster, försäljningsvolym, antal företag, marknadssegmentering och marknadskontinuiteter. Testerna av dessa hypoteser är informella och är baserade på tabeller och diagram.¹⁵⁾

13) *Balderston-Hoggatt*, 1963, s 183.

14) *Balderston-Hoggatt*, 1962, s 1.

15) En vidarutveckling av Balderston-Hoggatts modell har rapporterats. I denna studie har vissa antaganden gjorts mer generella. Vid analys av modellresultat har formell metodik använts (spektralanalys). Uppgifterna är hämtade från *Naylor*, 1971, s 126.

Allmänna kommentarer. Även om modellen i sin helhet kan generera ett "viable" resultat, kan relationer och parametervärden åsättas orealistiska värden. Som Hägg (1966) observerar har en artificiell stabilitet skapats genom val av okänsliga parametrar. Balderston-Hoggat understryker olika problem vid analysen:

- "1. The dynamics of the model are such that its oscillations are not strongly damped. 16)
2. The parameter space is large. The response of the model to changes in the parameters may be very complex.
3. Resource limitations dictate that the path corresponding to only a few points in the parameter space may be traced through the simulator.

Once we have thus matched our proven ability to construct simulation models with an equal facility for analyzing them, we will have an economical new tool for analysis of complex systems". 17)

7.1.1.2 Amstutz: Computer Simulation of Competitive market response

Syfte: Att utveckla en modell för att integrera olika fragment till en organiserad referensram för uttestning av marknadsföringsstrategier. (Jfr 5.3.2. b), s 168).

Bakgrund: Arbetet har utvecklats i samarbete med olika företag och modellstommen har använts i konkreta marknadsföringssituationer. Modellen bygger också på olika teorifragment.

Översiktlig systembeskrivning. I en makrobeskrivning över modellen urskiljer Amstutz åtta aktiva komponenter: 1. Producent, 2. Konkurrenter, 3. Distributörer och grosshandlare, 4. Försäljningsagenter - försäljare, 5. Återförsäljare, 6. Konsumenter, 7. Statsmakten, 8. Marknadsforskningsbyråer. En särskild undergrupp till producenter är marknadsföringsavdelningen.

16) Det kan observeras att denna slutsats inte står i överensstämmelse med de resultat Hägg (1966) nått vid tester av Balderstons & Hoggats modell.

17) *Balderston-Hoggatt*, 1963, s 191.

I Amstutz modell representeras tre flöden: 1. Produkt, 2. Information, 3. Kapital.

Vidare identifieras tre typer av passiva element som påverkar de olika flödena: 1. Tidsfördröjningar, 2. Störningar som påverkar flödena mellan de aktiva komponenterna, 3. Lagerhållande element som ackumulerar flödesfördröjningar.

Till ovanstående tre huvudflöden kan olika typer av subkategorier relateras. Detta sker i olika steg t ex genom att informationsflödet delas upp i tre huvudgrupper: 1. Försäljningsbefrämjande information, 2. Operativ information, 3. Informell information. Från detta görs ytterligare uppdelningar så att t ex försäljningsbefrämjande information delas upp i tre subkategorier: 1. Mediareklam, 2. Punktförsäljningsannonsering, 3. Försäljningsutställningar. Till dessa ställs olika svar i relation till ovanstående uppdelning.

Den noggrannaste beskrivningen av modellen utvecklar Amstutz på komponentnivå. Denna beskrivning blir speciell för varje komponent. Generellt gäller att de ovan beskrivna åtta aktiva komponenterna har följande egenskaper: 1. Kan utveckla kontroll på flödes hastigheter, 2. Kan utöva kontroll på olika storlekar av lager, 3. Kan utöva kontroll på förseningar, 4. Kan svara på kanal innehåll som kommer från andra aktiva komponenter, 5. Kan modifiera existerande innehåll i några kanaler, 6. Kan framkalla nytt innehåll som input till vissa kanaler.

Modell användning: Amstutz modell kan ses som en referensram för användning vid uttestning av marknadsföringsstrategier. Enligt Amstutz är modellen i huvudsak deskriptiv-predikativ och konkreta applikationer måste till stor utsträckning bygga på de föreställningar som beslutsfattare i en organisation har om marknader. Amstutz redovisar uttestning av parametrar, funktioner, delsystem och totalsystem vid konkreta fall. Den tidigare refererade studien av *Amstutz och Claycamp* (1966) visar en modell med mycket hög predikativ förmåga över en läkemedelsmarknad. Amstutz betonar att modeller av detta slag måste bygga på subjektiva uppskattningar i ett initialskede och att modellen kan ligga till grund för en successiv informationsinsamling. Någon formaliserad experimentmetodik av totalmodeller redovisas ej.

Allmänna kommentarer: Ett av ändamålen med Amstutz modell uttrycks enligt följande:

"The system of behavioral models described in this book was developed in part to serve as a realistic artificial environment in which students of management would encounter representative business problems." 18)

Vid en implementering av en modell av detta slag betonar Amstutz.

"In the final analysis successful implementation is dependent on the ability of proponents of the microanalytic simulation approach to communicate this concept and of management's willingness to engage in this type of activity, recognizing the commitment required for success." 19)

Amstutz egna kommentarer visar på att användningen av modellen görs beroende av olika befattningshavares engagemang och att modellen ingår i en lärnprocess för att systematisera kunskaper.

7.1.1.3 Gershefski: Building a corporate financial model

Syfte: Att formulera och utnyttja en modell som på modellnivån "binder samman" olika funktionsområden i en övergripande plan. "The company needed a better way to fit them (the functional areas) into place to generate a consolidated budget and an overall plan."²⁰ (Jfr 5.3.2 c), s 169).

Bakgrund: Modellen utvecklades vid Sun Oil company i syfte att simulera hela företagets fysiska operationer och göra finansiella beräkningar för företaget.

Översiktlig systembeskrivning: Modellen beskrivs som uppbyggd av ett antal "block" vilka bildar moduler i totalsystemet. Detta innebär att flexibiliteten ökar vid konstruktion och användning, då

18) Amstutz, 1967, s 413.

19) Amstutz, op.cit., s 440.

20) Gershefski, op.cit., s 65.

modellen stegvis kan förändras. Olika huvudblock är: 1. Investeringar - där investeringsnivå kan användas för beräkning av möjliga kapaciteter, 2. Produktion - innefattande bl a produktionsmängder och utgifter, 3. Transport - innefattande bl a transportkapaciteter samt intäkter och kostnader, 4. Marknadsföring - innefattande intäcks- och kostnadssamband, 5. Olika dotterbolag - uttryckta i intäcks- och kostnadsmått för respektive dotterbolag, 6. Finansberäkning - för beräkning av olika finansiella mått.

Ambitionsnivån att skapa en övergripande modell "The model incorporates all pertinent information about the company and puts it in an analytical framework that afford better-grounded decisions" ²¹⁾ har alltså lett till en ytterligt komplex totalmodell. ²²⁾ Detta trots att:

- a) Modellen är deterministisk.
- b) Så få input-data som möjligt har sökts användas vid olika beräkningar ("information generator").
- c) Modellen byggts med utgångspunkt från att detaljrikedomen ska begränsas.

Modellanvändning: Gershefski rapporterar att modellen används såväl kortsiktigt för budgetuppföljning som långsiktigt för konsekvensberäkningar av olika strategier och investeringsförslag, där modellresultaten kan tolkas som uttryck för långsiktsplaner.

Gershefski rapporterar att vid en ex-post analys då modellen gavs "korrekta" inputvärden kunde nettoinkomsten för företaget beräknas inom 1 %-gränser och att även delposter kunde beräknas med relativt god överensstämmelse. I vad mån Gershefski använt dessa resultat för att beskriva modellens predikativa förmåga framgår ej. ²³⁾

21) *Gershefski*, op.cit., s 62.

22) Som indikeras av ovanstående är modellen ett uttryck för ett synnerligen "vitt" objektområde där ett antal olika karakteristika representeras. Modellens komplexitet avspeglas också i att modellen innehåller 2000 ekvationer med 1.500 inputs och 5.200 outputs. Av inputen är 500 olika historiska mått medan 1000 är av prognostyp. Gershefski anger att regressionsanalys använts för bestämning av den senare typen av input.

23) Jfr den under avsnitt 6.3.5 förda analysen om validering, varvid konstaterades att en ex-post analys av en normativ modell endast validerar modellens konsistens.

Allmänna kommentarer: Gershefski var i sin artikel från 1969 ytterligt optimistisk om modellens framtid. I stället har rapporterats att modellen misslyckats. Som orsaker har angetts att modellen inte kunde anpassas till hur budgetarbetet organiserades i företaget. Ex-post förefaller detta föga förvånande, då Gershefski knappast alls diskuterar *processen att planera*, utan till synes helt inriktat intresset på konsekvensberäkningar. Ett uttryck för detta är de regressionsekvationer som ger input till olika processer. Alternativet är i stället att olika beslutsfattare skattar det nödvändiga modellinputet.

7.1.1.4 Root - Implementation of risk analysis for the management of product innovations

Syfte: Det mer generella syftet är att ställa användningen av normativa modeller i relation till organisationsstrukturen i företag. De modellspecifika syftena är att utröna på vilka sätt implementeringen av riskanalysmodellen kan vara av värde vid beslutsfattande i företag angående nya produkter. (Jfr 5.3.2 d), s 172).

Bakgrund: Modellen är utarbetad efter erfarenheter från implementering i sex olika företag. Modellens design har utgått från att en rad olika personer ska engageras i värderingen av dessa projekt. Den teoretiska bakgrunden är dels olika riskmodeller, dels beteendeforskning om beslutsfattande.

Översiktlig systembeskrivning: Modellen är uppbyggd i tre huvuddelar: Marknadsdel, produktionsdel och finansdel.

I marknadsdelen är några grundläggande variabelklasser innefattade i modellstrukturen: pris, försäljning, reklam och direkta marknadsföringskostnader. Vid modellenvändandet ska de individer som är inblandade i analysen skatta förväntade värdet och värden för spridning (10:nde och 90:nde percentilen) för t ex pris och försäljningskvantitet vid varje formulerad strategiförutsättning. En strävan har varit att göra modellen enkel för användaren varför sambandsbeskrivningarna har gjorts så enkla som möjligt.

Likartat med marknadsföringsplanerna värderas olika tillverkningsplaner. Därvid sker en koppling mellan i första hand investeringsplan och marknadsplan och en registrering görs av "lost sales" om kapaciteten understiger den beräknade efterfrågan. På motsvarande sätt som

på marknadssidan ska de individer som är inblandade i analysen ange medelvärden och spridningsmått för t ex investeringskostnader och fasta och rörliga tillverkningskostnader vid olika tillverkningsstrategier.

I den finansiella delen uträknas dels lönsamhetsmått typ nuvärde och investeringens avkastningsgrad och dels olika finansiella mått.

Modellanvändning: Som resultat av ett antal olika körningar lämnas resultat- och finansmått med värden angivna för olika sannolikheter. Om beslutsfattarna önskar ytterligare prövning av alternativ kan känslighetsanalys utföras.

Allmänna kommentarer: Modellen är formulerad att användas för ett visst problemområde, där beslutsfattare i olika organisationer specificerar innehållet utifrån en "modellstomme". Centralt vid modellanvändningen är att implementeringen av modellen sker under en sök-lär-process, där olika befattningshavares kunskaper söks integreras.

7.1.1.5 Strategiska modeller - syften och modellbas

Vi har här exemplifierat simuleringsangreppssättet på den strategiska nivån genom kortfattade beskrivningar av studier, som valts för att visa olika syften och utgångspunkter.

Balderston & Hoggatts modell syftade till att beskriva en flerleds-marknad och testa hypoteser om olika samband.

Amstutz modell utgick från en beskrivning av interaktioner mellan olika komponenter i ett företags marknadsmiljö för att utnyttjas vid planering av marknadsföringsstrategier.

Gershefskis modell avsåg att representera beroendeförhållanden i en organisation för att utnyttjas vid långsiktplanering.

Roots modell formulerades för att utnyttjas vid strategiska val.

Tolkar vi modellerna med utgångspunkt från att de ska kunna användas i en enskild organisations planering, kommer de att få olika innebörd. Balderston & Hoggatts modell utgör i relation till en organisation en makromodell, där den enskilda organisationen ingår som en komponent i ett större system. Amstutz modell uttrycker olika miljö samband för en enskild organisation. Gershefskis modell uttrycker i huvudsak interna beroendeförhållanden. Roots modell visar hur strategiska beslut kan värderas.

Vad gäller Balderston & Hoggatts modell kan observeras att den snarast kan ses som en branschmodell och faller därför utanför vad vi normalt avser med en strategisk planeringsmodell, även om modellen kan tolkas i ett strategiskt sammanhang för den enskilda organisationen.

7.1.2 Behandling av metodproblem

I föregående kapitel behandlade vi olika sätt att lösa metodproblem. Här är syftet i stället att i korthet ange hur de metodologiska problemen har lösts i olika studier. En sådan beskrivning kan ske med olika detaljeringsgrad. Vårt syfte är inte att beskriva alla de överväganden och tekniker som kommit till uttryck i olika studier och som ingående redogjorts för av de olika upphovsmännen. Vi anger

här i stället metodproblemens behandling genom en sammanfattande tabell, där vi endast redogör för huvuddragen i respektive studie. Denna visar således de "yttre" referenspunkterna för metodproblemens behandling, där var och en mer detaljerat beskrivits i respektive studie. I (6.4) illustrerades hur man kan ställa upp olika problem i en logisk kedja. Här utnyttjar vi den som ett *sammanfattande* sätt att beskriva de metodologiska problemens lösning för olika studier.

Vertikalt framgår den strategi som respektive forskare utnyttjat för sina syften. Varje ruta i tabellen är således en sammanfattning av ett antal komplexa valproblem som tillsammans leder fram till tolkning/användning av de modeller som formulerats i bestämda syften. Denna forskningsstrategi avspeglas i metodfunktionen.

Balderston & Hoggatts strategi karakteriseras således av att de hypoteser som bildar utgångspunkt för modellformuleringen kommer att medföra att modellen struktureras kring av forskarna gjorda antaganden om hur enheterna interagerar. Detta leder bland annat till att experimentplaneringen inriktas på att pröva de gjorda antagandena och valideringen syftar till rimlighetsprövningar av modellens output.²⁴⁾

Amstutzs strategi innebär att antagandena om de olika enheternas beteenden i större utsträckning kan baseras på bedömningar av olika individer och kompletteras med olika speciella undersökningar. Experimenten och valideringen kommer också att kunna inriktas på olika delar av modellen.²⁵⁾

Gershefskis strategi innebär, sedd i relation till övriga, att kvantitativa analystekniker används i större utsträckning vid modellens specifikation. Då modellen är avsedd att användas av en rad olika beslutsfattare kan detta innebära en risk genom att dessa inte förstår modellens uppbyggnad och/eller att inte subjektiva bedömningar (t ex om strukturförändringar) tas hänsyn till.²⁶⁾ Tilläggas kan att komplexi-

24) Balderston & Hoggatt, 1962, Del III.

25) Amstutz, 1967, kap. 13.

26) Som framhållits i tidigare kapitel pekar empiriska erfarenheter av "corporate models" på vikten av att beslutsfattarna i organisationen engageras i varje fas av modellutvecklingen.

Beskrivningsschema för metodproblem - olika strategiska studier

Studie Steg i metod-funktion	Balderston & Hoggatt	Amstutz	Gershefski	Root
	"Simulation of market processes"	"Computer simulation of competitive market response"	"Building a corporate financial model"	"Implementation of risk analysis for the management of product innovation"
Modellformu- lering	Beskrivning av komplexa samband i en flerledsmarknad	Beskrivning i ett företags marknadsmiljö	Finansiella mätningar av fysiska flöden avseende företag	Risikanalytisk modell för produktval
Systemstruk- turer	Bestämning av komponenter, flöden och "mekanismer" som reglerar komponenternas beteenden.	Definition av olika komponenter och flöden. För varje komponent beskrivs de processer som bearbetar flöden.	Blockuppdelning av olika fysiska aktiviteter. Blocken representeras genom finansiella flöden.	Delmodeller för försäljning, tillverkning och finansiella mätningar.
Numerisk specifika- tion	Specifikation av utgångspunkt från teorier och empiriska undersökningar, där konstruktören tolkat förutsättningarna.	Olika bedömningar kvantifieras - i vissa fall speciella undersökningar.	Analytisk härledning av samband - utnyttjande av regressionsanalys.	Genom specifikation av olika beteendehavare.
Experiment- planering	Test av kombinationer av egenskaper. Prövning av olika hypoteser om marknadsvillkor.	Uttestning av antaganden och alternativ.	Olika alternativ och planer utvärderas genom modellen.	Konsekvenser av olika förutsättningar beräknas.
Tolkning/ validering	"Viability" test, rimlighetsbedömningar.	Validering av output på olika nivåer - element, komponenter och totalsystem.	Test mot historiska data för total- och delsystem. Modellen avses användas för beräkning av framtida utfall.	Modellen avser värdering av icke-existerande system i normativt syfte.

teten i Gershefskis modell erfordrar en omfattande kontinuerlig uppföljning.

Roots modell är direkt utformad för bedömning av en viss typ av strategiska beslut och förutsätter att olika befattningshavares bedömningar utgör grunden för dess användning.

I anslutning till att tabellen läses horisontellt framgår olikheter och likheter mellan de olika metodproblemens behandling.

Skillnaderna i systemstrukturen och den numeriska specifikationen har redan kommenterats. Vid sammanfattningarna av experimentplanering och tolkning/validering framgår skillnader mellan modeller som formulerats i deskriptivt syfte (Balderston & Hoggatt) och modeller som formulerats i normativt syfte för att direkt användas i olika beslutssituationer.

I *sammanfattning*: Vi har här sökt beskriva metodproblemens behandling från en översiktsbild som avser att visa de strategier som valts i olika situationer men ej beskrivit de tekniker som utnyttjats för att lösa de olika metodproblemen.

7.1.3 Simuleringsmodeller på den strategiska nivån - kriterier för bedömning

Vi har tidigare angett förutsättningarna för simuleringsanvändning på denna nivå.

"Vid den *strategiska nivån* kan simulering användas för mätning av hur olika förutsättningar och alternativ påverkar ett system, typ företag. Modellerna kommer härvid att baseras på ett stort antal olika antaganden om systemets egenskaper och en viktig orsak för simuleringsanvändning är att modellen kan tjäna som katalysator för informationsinsamling i en läroprocess för organisationen. Således kommer simuleringsanvändning på denna nivå att tjäna som ett stödjande hjälpmedel för planering i situationer som ej "fullständigt" kan modelleras kvantitativt."

Vi ställer här modellerna i första hand mot de indirekta kriterierna (4.4.3): Identifierbarhet, beskrivningsförmåga, påverkbarhet, målmät-

ning, rationalitet och förutsägbarhet.²⁷⁾

Dessa anger infallsvinklar för närmare analys i enskilda fall, medan vi här utnyttjar den för att sammanfatta förutsättningar för utnyttjande av olika modeller. Tilläggas bör att vi här inte heller har möjlighet att ange de uppostringar som konstruktion, utnyttjande och uppdatering medför.

Vi har tidigare angett orsaker till att den typ av modell som exemplifieras av Balderston & Hoggatt endast i undantagsfall kan tänkas utvecklas i enskilda organisationer. I detta fall skulle modellen i huvudsak ställas mot krav på identifierbarhet av samband i miljön och därmed den beskrivningsförmåga som resulterar i en förbättrad orsak-verkankunskap.

I Amstutz fall har syftet angetts som deskriptivt-predikativt men också att modellen ska kunna utnyttjas för uttestning av marknadsföringsstrategier. Således kan modellens användning också ställas mot kriterierna påverkbarhet och målmätning, där förbättringar av orsak-verkankunskapen genom modellutvecklingen också avspeglas genom generering av olika förslag som utvärderas genom modellen. Kriteriet rationalitet är mer svårtolkat på den strategiska nivån, då en mängd olika faktorer som inte fullständigt kan kvantifieras bör tas hänsyn till. Därav följer också att förutsägbarhet inte entydigt kan ställas som krav på modellen.

I Gershefskis fall anges som huvudmålsättning att modellen ska kunna användas för utvärdering av olika alternativ och tjänstgöra som en sammanfattande plan. Om modellen ska kunna fungera efter dessa syften

27) Som understrukits i inledningen behandlas inte alls problemkomplexet "människa-maskin"-interaktion. I *Hedberg* (1970) och *Edström* (1973) redovisas olika studier, där människa-maskin-interaktion studerats. Från utgångspunkten "man-maskin" interaktion redovisas ett projekt som syftar till att utveckla ett beslutssystem som innehåller olika modeller. *Hedberg, Edström & Glimsell* "Man-computer Interference? The development and design of a marketing information system", Göteborg, 1973, FE-rapport nr 10.

krävs att befattningshavarna i organisationen kan utnyttja den och att olika förslag "enkelt" kan utvärderas. Dessa punkter kan ställas mot de grundläggande kraven på att modellen ska ha relevans för de som utnyttjar den.

Således bör, som entydigt bekräftats av olika rapporterade erfarenheter, en "corporate model" ses som ett hjälpmedel i en planeringsprocess genom vilken olika prognosticerade mätningar kan göras.

I Roots fall förutsätts att alternativen genereras av olika beslutsfattare medan modellanvändningen i första hand påverkar systematiseringen av olika kunskaper och genom målmätning ger underlag för rationella beslut.

Vi kan alltså konstatera att modellerna på olika sätt ingår i olika funktioner.

I sammanfattning: Balderston & Hoggatts modell exemplifierar en ansats som endast indirekt kan användas i enskilda organisationers planering. Amstutz modell exemplifierar en ansats som bygger på interaktion med olika befattningshavare. Gershefskis modell exemplifierar en ansats där olika delsystem i organisationen simuleras i en totalmodell för att möjliggöra finansiella mätningar av olika alternativs konsekvenser för organisationen som helhet. Roots modell exemplifierar en ansats som är utformad för systematisering av kunskaper kring speciella projekt och värderingar sker med hänsyn till uppskattningar om risk.

7.2 MODELLER PÅ RESURSPLANERINGSNIVÅN

Vi har tidigare utförligt beskrivit planeringens förutsättningar på resursplaneringsnivån (4.2), olika funktioner vid simuleringsanvändning (5.2.2), schematiserat strukturella modellegenskaper och processuella karakteristika (s 179) samt i samband med analysen av olika funktioner angett olika tillämpningsområden (5.2.2) och för olika metodproblem angett förutsättningar för lösning (6.3). Om vi här granskar olika typer av modeller på denna nivå avseende deras modellbas och

syften kommer olika exempel från följande ansatser att beskrivas:²⁸⁾

- a) Modeller som formuleras utifrån hur olika beräkningar utförs i planeringen. Till denna kategori hänför vi budgetsimuleringsmodeller.
- b) Modeller som formuleras för att systematisera olika slag av orsak-verkankunskap hos ett planeringssubjekt t ex vilka faktorer som påverkar försäljningen av en vara.
- c) Modeller som formuleras i syfte att utvärdera interaktionen mellan olika delar av systemet för att samordna dessa t ex försäljnings- och produktionsplanering över olika säsonger.
- d) Modeller som formuleras för att representera besluts- och informationssystem inom organisationen och som syftar till att skapa underlag för olika värderingar av systemet.

I nästa delavsnitt används denna indelning för exemplifiering av fyra olika modeller.

7.2.1 Några modeller i sammandrag

1. *Mattessichs*²⁹⁾ modell: "Simulation of the Firm through a Budget Computer Program" är exempel på en detaljerad redovisning av en budgetsimuleringsmodell. Som framgått tidigare (5.2.2) kan denna typ av modell också utnyttjas för systematisering av olika slag av information.
2. *Little*,³⁰⁾ som formulerat en modell för användning vid annonsbudgetering, exemplifierar en ansats där linjeansvariga utnyttjar modellen för olika beslut och där löpande korrigeringar i modellen

28) En jämförelse kan göras med analysen i 5.2.2. Vi har här i första hand utlämnat modeller vars funktion är att i en gemensam modell samla effekterna av olika analytiska modeller.

29) *Mattessich*, 1964.

30) *Little*, "Models and Managers: The Concept of a Decision Calculus. Management Science, 1970, April.

görs vid nya erfarenheter. Motsvarande modeller finns för planering av försäljningsansträngning.³¹⁾

3. *Forresters*³²⁾ "Sprague-modell" kan användas för att exemplifiera utnyttjandet av en modell för planering över olika säsonger. Dessutom är Forresters modell ett exempel på "Industrial Dynamics".
4. *Boninis*³³⁾ modell är troligen den mest kända modellen över organisationers informations- och beslutssystem.³⁴⁾ Boninis modell är dessutom ett exempel på "Carnegie-Techskolans" filosofi.

7.2.1.1 Budgetsimulering - Mattessich: Simulation of the firm through a budget computer program (jfr 5.2.1 a)

Syfte: Mattessichs målsättning med budgetsimuleringssystemet är att integrera olika periodiska budgets i en modell.³⁵⁾ Denna målsättning medför en rad andra konsekvenser.

Bakgrund: En budgetsimuleringsmodell kan ses som ett sätt att automatisera en beräkningsprocedur. Mattessich ställer modellen direkt i relation till en matris över olika beräkningar. Således utgör hans modell ett exempel på en prototyp och inte en direkt tillämpning.

Översiktlig systembeskrivning: Budgetsimuleringsmodeller kan inte beskrivas i samma termer som övriga modeller, då modellerna endast representerar ett beräkningssystem. Däremot kan modellen delas upp i olika delar och utnyttjas i olika processer och för olika syften.³⁶⁾

31) *Montgomery, Silk & Zaragoza* "A Multiple-Product sales Force allocation Model", *Management Science*, 1971, December.

32) *Forrester*, 1961.

33) *Bonini*, 1963.

34) Trots den uppmärksamhet den röntes synes ansatsen ha fått begränsad spridning. *Weber*, "Manpower planning in hierarchical organizations: A computer simulation approach", *Management Science*, 1971, November.

35) *Mattessich*, 1964.

36) *Lande*, 1969, visar t ex på att informationen kan struktureras på olika sätt och för olika befattningshavare i organisationen.

Användning: Budgetsimuleringsmodeller kan i korthet ses som medel för att hantera datamängder, automatisera beräkningsarbeten och tjänstgöra som rapporteringssystem. Modellanvändningen möjliggör således bland annat alternativtestning, känslighetsanalyser och framskrivningar av resultat för olika tidsperioder. Däremot uttrycker den i sig ingen kunskap om det studerade systemet.

Allmänna kommentarer: Vi har här angett egenskaper vid budgetsimulering utifrån Mattessichs beräkningsmodell. Som tidigare angetts kan olika subrutiner utvecklas för speciella ändamål, som gör att modellstrukturen mer specifikt kan anpassas till individuella företags behov.

7.2.1.2 Little - Models and managers: The concept of a decision calculus (Jfr 5.2.2.b)

Syfte: Utveckla en modell som kan utnyttjas som ett beräkningsinstrument av ett planeringssubjekt, där modellen uttrycker en systematisering av planeringssubjektets kunskaper.

Bakgrund: Modellen har utvecklats i samarbete med befattningshavare i en organisation avseende annonsbudgetering.

Översiktlig systembeskrivning: Den modell Little presenterar bygger på olika antagna beroendeförhållanden mellan handlingsvariabler för den enskilde beslutsfattaren. Modellens representation avspeglar således dennes bedömningar. Genom modellens användning verifieras om antaganden är riktiga eller felaktiga.

Användning: Modellen används framförallt för alternativvärdering.

Allmänna kommentarer: Littles modell exemplifierar på resursplaneringsnivå en modell som kan ses som "förlängning" av beslutsfattarens minne.

7.2.1.3 Forrester - A customer - producer - employment system (Jfr 5.2.2.d)

Syfte: Att utnyttja en modell för analys av olika svängningar i ett system.

Bakgrund: Forrestergruppen har utvecklat modellen som ett "case" av Industrial-Dynamics angreppssätt. Modellen representerar ett system, där påverkningar av fluktuationer i order analyseras mot leveransför-seningar, lagerförändringar och förändringar i arbetsstyrkan. Model-len har utvecklats i samarbete med ett elektronikföretag för en av dess produktlinjer.

Översiktlig systembeskrivning: Forresters analys av systemet utmynnar bl a i att ett antal beslutspunkter kan identifieras som reglerar has-tigheten i ett antal flöden. Av de trettio beslutsregler som Forrester identifierade kunde genom analys och experiment fem fastställas som speciellt kritiska. Dessa var:

- "1. The purchasing rate by the customers as it depends on design releases from their engineering departments, their inventory policies, and their response to changing delivery-delay quotations coming from the supplier.
2. The factors that determine the fraction of the incoming-order flow which the factory can fill from inventory.
3. The basis for quoting delivery delays from the supplier to the customer.
4. The basis for inventory reorder from the stock room to the production department.
5. The policies governing changes in employment and work week which control the production rate".³⁷⁾

Modellanvändning: Forrester använder modellen för experiment med regeländringar på de definierade kritiska beslutspunkterna och ana-lyserar effekterna med en visuell analys av svängningar på de tidi-gare beskrivna flödena. Genom att ändra bl a regler för arbetskrafts-anställning, lagerpolitik, prognoser och framför allt stabilisera leveranstider för order minskar Forrester amplituden av dess sväng-ningar. Någon formaliserad experimentplanering redovisas ej.

Resultaten av experimenten på modellnivån lades sedan till grund för förändringar i företagets planering. Efter användning av

37) Forrester "Managerial decision making" i Greenberger, 1962, s 59.
258

de nya reglerna kunde konstateras att framförallt de kortsiktiga svängningarna i arbetskraft minskades. Även kassa och restorder flukturerade mindre, medan lagret flukturerade oförändrat. Å andra sidan löste inte modellen problem för långsiktiga svängningar.

Allmänna kommentarer - Forrester utnyttjar i mycket hög grad informell metodik och ställer sig frågande till övrig teoribildning. Detta tillvägagångssätt har lett till att "Industrial Dynamics" angreppssättet har utvecklats fristående från övriga.

7.2.1.4 Bonini: Simulation of information and decision systems in the firm (5.2.2.e)

Syfte: Bonini understryker behovet av sammanfattande modeller över företag för att relatera organisationella beteende- och informationsfaktorer till de ekonomiska variablerna i företaget.

Bakgrund: Bonini bygger inte sin modell på direkta empiriska undersökningar, utan modellen är grundad på olika teorier.

Översiktlig systembeskrivning: Delar som är av betydelse för modellen kan karakteriseras som följer: 1. Beslutscentra - där beslut fattas, 2. Informationscentra - där information samlas, överförs, lagras och analyseras, 3. Beslutsregler - varje beslutscentra handlar efter speciella regler, som kallas beslutsregler, 4. Informationslänkar - bestämmer flödena av information mellan informationscentra och mellan information och beslutscentra, 5. Informationssystem - mängden av informationsrelationer inom organisationen, 6. Beslutssystemet - mängden av beslutsregler inom organisationen.

En speciell kategori av mekanismer är beteenderegler. Dessa är:

1. "Pressure" och "organizational slack".
 - a) Om en organisation misslyckas med att uppnå förväntningar, antages en "pressure" för att uppnå bättre prestationer.
 - b) Om en organisation varit framgångsrik och uppnått förväntningar antages att "pressure" minskar och ineffektivitet inträder ("organizational slack").
2. "Index of pressure" - en funktion, som ställer olika prestationer i relation till förväntningar.

3. Aspirationsnivåer - budgets och priser.

I Boninis modellföretag har företaget tre huvudområden: tillverkning, försäljning och en företagsledningskommitté för planering och kontroll. För de förstnämnda gäller att i modellen är olika processer hierarkiskt uppbyggda.

Tilläggas kan att prognoserna byggs upp genom parvisa interaktioner mellan två närliggande nivåer och att kvoter utgör de kontrollmått som påverkar "index of pressure".

Modellanvändning - På modellnivån görs förändringar av åtta faktorer som kan hänföras till a) exogena faktorer, b) beteenderegler, c) förändringar i redovisningsregler. Dessa förändringar omformulerades till åtta hypoteser (nollhypoteser) om förändringarnas effekt på företaget. Bonini drar sedan slutsatser utifrån mätningar av sex output-variabler. På dessa mätes medelvärde, standardavvikelse och trender. Bonini utnyttjade här "fractional design" och drar slutsatserna vid olika signifikansnivåer.

Allmänna kommentarer:

Boninis modell är, som framgått av tidigare, baserad på olika organisationsteorier och har ej testats empiriskt. Ser vi således: modellen ur planeringssynvinkel är steget långt till praktisk tillämpbarhet. Sett ur ett annat perspektiv kan en modell typ Boninis användas för

1. Idéer för vidare forskning.
2. Ge en bättre förståelse av ett system som en integrerad enhet (explorativ).
3. Simuleringsmodellen kan användas som en "sandlåda" för test av beslutsregler på ett hypotetiskt system.

7.2.2 Behandling av metodproblem

På samma sätt som tidigare utnyttjar vi en tabell för att *sammanfat-
tande* beskriva de metodologiska problemens lösning i olika studier.

Vertikalt avläser vi således den strategi som respektive modellkonstruktör utnyttjat för sina syften.

I Mattessichs fall har, som tidigare påpekats, ingen representation i egentlig bemärkelse gjorts av händelser på objektnivån, utan simuleringsmodellen representerar ett beräkningssystem. Modellutnyttjandet kan karakteriseras som utfallsberäkningar. Därför sker ej experimentplanering och validering i den gängse betydelsen.

Till skillnad från Mattessichs modell uttrycker Little's antaganden om olika samband. Rimligheten av dessa antaganden provas genom utfallsberäkningar och jämförelser med "verkliga" skeenden.

Forrester har i olika sammanhang kritiserats för den informella metodik han utnyttjar vid modellkonstruktion, experimentplanering och analys. I "Sprague"-modellen återspeglas hans informella metodik dels vid identifikation och numerisk specificering av elementen, dels genom den subjektiva analys som bildar förutsättningen för experimentplanering och tolkningar av resultat.

Boninis modell är ett exempel på en simuleringsmodell som inte ställs relation till empiriska data. Påpekas bör slutligen att budgetsimulering kan ses som en speciell form av simulering som i olika avseenden skiljer sig från övrig simuleringsmetodik. Boninis studie är speciell så tillvida att den inte ställs i direkt relation till empiri. I stället är den ett exempel på en "laboratorie"-studie.

Beskrivningsschema för metodproblem - olika resursplaneringsstudier

Studie Steg i metod-funktion	Mattessich	Little	Forrester	Bonini
	Modell för bud-betsimulering	Besluts kalkyl	Analys av konsekvenser vid efterfrågevariationer	Simulering av ett abstrakt besluts- och informations-system
Modellformulering	Representation av beräkningsrutiner vid budgetering	Representation av faktorer som påverkar beslut vid annonsbudgetering	Representation av de element och flöden som påverkas av efterfrågevariationer	Representation av "fysiskt" företagsstyr-system där beteenderegler innefattas
System-strukturering	Bestämning av element i delbudgets, relationer mellan olika budgets och summeringar för totalbudgets.	Uppdelning av olika faktorer som påverkar produktens försäljning.	Identifikation av de viktigaste besluts punkterna som styr olika produkt- och orderflöden.	Uppdelning i beslutscentra, informationscentra och olika relationer mellan dessa.
Numerisk specifikation	Specifikation av modellelement förutsättes ske vid budgeteringsprocessen.	Grundas på planeringssubjektets bedömning av hur olika faktorer påverkar resultatet.	Grundas i huvudsak på modellkonstruktörens samlade erfarenheter.	Subjektiva bedömningar - skälighetsresonemang
Experimentplanering	Utfallen av budgets analyseras vid budgeteringsprocessen och förutsättes följas upp vid budgetkontroll	Planeringssubjektet testar olika alternativa förslag mot modellen	Ändringar av parametervärden och beslutsregler för analys av olika effekter.	Statistisk metodik: "Fractional factorial design" utnyttjas vid förändringar av 8 faktorer
Tolkning validering	Då modellen enbart representerar ett beräkningssystem sker ingen validering i egentlig bemärkelse.	Rimlighetsbedömningar och uppföljningar av modellresultat.	Analys av dels komponenter och dels totalsystemets beteende t ex stabilitet - slutlig värdering, potentiella förbättringar.	Variansanalys utnyttjas vid mätning av modellresultat och bedömningar görs av utfallens rimlighet

7.2.3 Simuleringsmodeller på resursplaneringsnivån - kriterier för bedömning

Vi har tidigare angett förutsättningarna för simuleringsanvändning på denna nivå.

"Vid den *resursplanerande nivån* används simulering för värdering och mätning av flera interagerande delsystem och syftet kan vara att på modellnivån pröva alternativa planer eller administrativa system, testa hypoteser om beteenderelationer, eller värdera olika resursförändringar. Modellernas användning förutsätter vid varje tillfälle interaktion med planeringssubjektet och modellerna kan användas som komplement till andra planeringsmetoder."

I den typ av budgetsimulering som beskrivits kommer således modellanvändningen endast att utgöra en delprocess vid budgetering. Möjligheterna att utnyttja modellen för att testa ett stort antal alternativ kan förbättra planeringssubjektens möjlighet att fatta rationella val. Dessutom kan målmätningar göras i en rad olika dimensioner. Som tidigare understrukits innefattar denna typ av modell ingen direkt beskrivning av planeringsobjektet. Indirekt kan däremot identifierbarheten av olika problem öka, dels genom alternativtestning och känslighetsanalys och dels genom förbättrade kontroll- och informationssystem.

I Littles fall representeras olika samband i modellen. Om modellen skall fungera förutsätts alltså att den har en viss beskrivningsförmåga som påverkar rationaliteten och en uppföljning av modellens förutsägbarhet förutsättes.

I Forresters fall formuleras modellen med utgångspunkt från att olika delsystem skall samordnas. I detta fall är alltså modellens beskrivningsförmåga avgörande för dess användbarhet.

Som tidigare angetts har Boninis modellansats fått få efterföljare. Som orsak kan i första hand anges distansen till objektnivån. Det är alltså möjligt att osäkerheten beträffande modellens beskrivningsförmåga har avskräckt efterföljare. Som angreppssätt i organisationers planering har således denna typ av simulering knappast utnyttjats.

7.3 SIMULERING PÅ DEN OPERATIVA NIVÅN

Vi har tidigare utförligt beskrivit planeringens förutsättningar på den operativa nivån (4.2), olika funktioner vid simuleringsanvändning (5.2.1), schematiserat strukturella modellegenskaper och processuella karakteristika (s 178) samt i samband med analysen av olika funktioner angett olika tillämpningsområden (5.2.1) och för olika metodproblem angett förutsättningar för lösning (6.3).

Vi har också angett att problem på den operativa nivån i allmänhet tas som utgångspunkt för läroboksinriktade framställningar om simulering. Därmed inte sagt att de är okomplicerade. Modellen bygger ofta på att olika statistiska mätningar kan göras och olika matematiska samband formuleras. Denna typ av problemområden är också ofta behandlade i tidskrifter som Management Science och Operations Research. Sedd mot denna bakgrund vill vi endast helt kortfattat beskriva några typer av modeller. Dessutom formuleras i appendix 1 en modell för ett operativt system där i exempelform olika steg i metodfunktionen belyses.

7.3.1 Några modeller i sammandrag

Nedan redogörs för fyra olika studier som exemplifierar ett köproblem, ett heuristikprogram, en studie där kombinationer av beslutsregler testas och slutligen en beteendebaserad.³⁸⁾

Bruzelius: Hur många serviceenheter³⁸⁾

Syfte: Utforma ett system som gör det möjligt att dimensionera antalet öppna bankkassor.

Bakgrund: Modellen utvecklades med empiriska observationer som underlag.

Översiktlig systembeskrivning: Modellen formulerades som en kömodell där olika ankomstmönster och beteenden representeras i modellen.

38) Bruzelius, "Hur många serviceenheter", Lund 1972.

Modellanvändning: Modellen användes för att utvärdera antalet öppna kassor vid olika ankomstintensiteter och där servicegraden vid olika alternativ registreras.

Tonge: Heuristic Programs for Assembly Line Balancing³⁹⁾

Syfte: Utforma ett program för sekvensplanering.

Bakgrund: Undersökning av möjligheterna att formulera heuristikprogram för lösning av kombinatoriska problem.

Översiktlig systembeskrivning: Programmet består utav olika sökregler som appliceras sekventiellt.

Modellanvändning: Modellen applicerades såväl på tidigare givna exempel som på problem med "verkliga" data.

Emshoff & Sisson: Undersökning av operativa beslut⁴⁰⁾

Syfte: Undersöka vilka kombinationer av beställningsregler för lager och finansiella beslutsregler som ger bäst resultat.

Bakgrund: Modellen utvecklades för en distributör med starka säsongsvängningar.

Översiktlig systembeskrivning: Modellen innehåller dels regler för lagerbeslut, dels regler för finansiella beslut.

Modellanvändning: Resultaten från experiment med modellen användes för att utvärdera olika handlingsalternativ och identifiera kritiska faktorer.

Andersin: Simulation and design quto setting procedures⁴¹⁾

Syfte: Föreslå metod och utveckla tekniker för bestämning av försäljningskvoter.

Bakgrund: Modellen är endast indirekt empiriskt relaterad genom konstruktörens erfarenheter.

39) Tonge, 1961.

40) Emshoff & Sisson, 1970.

41) Andersin, 1969. Om åsättande av försäljningskvoter kan hänföras till operativ planering beror på företagets politik.

Översiktlig systembeskrivning: Bestämningen av försäljningskvoter ställs i relation till olika påverkande system.

Modellanvändning: Författaren utvärderar olika procedurer för bestämning av försäljningskvoter. Respektive procedur utvärderas mot ett antal olika kriterier.

Sammanfattande kommentar: I detta avsnitt har så kortfattat som möjligt angetts olika tillämpningsområden för simulering på den operativa nivån där simulering utnyttjats för att lösa olika problem. Det är här inte möjligt att ange alla typer av användningsområden. Ovanstående exempel illustrerar emellertid dels olika problemtyper dels att simulering utnyttjats på olika sätt.

7.3.2 Behandling av metodproblem

Som framgår av tabellen skiljer sig den metodologiska behandlingen markant från övriga nivåer. I samtliga fall har modellen formulerats utifrån avgränsade problem. Systemstruktureringen har i de flesta fall kunnat ske direkt utifrån olika observationer. Den numeriska specifikationen har grundats på formell metodik. Experimentplanering och validering har skett för planerade procedurer. Om vi översiktligt jämför de olika studierna inbördes kan konstateras att Bruzelius, Emshoff & Sisson och Tonge utgått från empiriska observationer och/eller data. Andersin har däremot en indirekt empirisk relatering. Samtliga utnyttjar i olika faser formell metodik.

Självfallet kan vi inte dra några generella slutsatser från ett så begränsat urval studier. Studierna visar dock på skillnader i metodproblemens behandling gentemot andra nivåer.

7.3.3 Simuleringsmodeller på den operativa nivån - kriterier för bedömning

Vi har tidigare angett förutsättningarna för simuleringsanvändning på denna nivå.

"Vid den *operativa nivån* används simulering direkt till definierade problemkomplex och syftet kan vara att formulera algoritmer, regelsystem eller normer för frekvent återkommande beslut."

Beskrivningsschema för metodproblem - olika operativa studier

Studie	Bruzelius	Tonge	Emshoff & Sisson	Andersin
Steg i metod-funktionen	Dimensionering av kassor	Balansering av produktionslinjer	Undersökning av lager och kort-siktiga finansi-ella beslut	Bestämning av försäljnings-kvoter
Modellformu- lering	Dimensionering av kassor i re-lation till service	Minimera spilltid	Undersöka bästa kombination för lager och fi-nansiella be-slut	Värdera olika procedurer för åsättande av försäljnings-kvoter
Systemstruk-turering	Modellen struk-tureras i en kömodell till kassa och kund-komponenter	Till en fy-sisk struk-tur där sto-kastiska processer är represen-terade ställs olika heuris-tiksregler	Lager och fi-nansbeslut på-verkas av ef-terfråga och be-hov	Modellen byggs upp av olika delsystem som påverkar för-säljningen
Numerisk specifi- kation	Grundas på sta-tistiska mät-ningar	Grundas på bestämning av olika ka-rakteristika	Grundas på ana-lys av data i företaget	Grundas på mo-dellkonstruk-törens erfaren-heter och olika beteendeteorier
Experiment-planering	Statistisk re-liabilitets-prövning och uttestning av möjliga alger-nativ	Test av heu-ristikproce-durer för lösning	Kombinationer av lager och finansiella modeller ut-testas.	Olika försäl-jningsprocedu-rer uttestas. Variationer av parametervär-den uttestas.
Tolkning/ validering	En stegvis va-lidering genomförs	Resultaten jämföres med resultat som erhållits vid andra tillvägagångs-sätt	Modellens out-put jämföres med ekonomi-chefens upp-fattning. Då data fanns tillgänglig gjordes jäm-förelser.	Resultaten från modellen jämfördes och/eller uttes-tades mot olika validitetskri-terier

Som framgår av den gjorda exemplifieringen formuleras modellerna i allmänhet för att mäta effektiviteten av föreslagna regelsystem. Således sker en direkt målmätning där ett rationellt val efter gjorda förutsättningar söks göras. Då de tidsmässiga konsekvenserna av enskilda beslut i allmänhet är korta finns möjlighet att följa upp besluten.

7.4 SIMULERINGSMODELLER SOM EN DEL AV ETT PLANERINGSSYSTEM

Avsikten med detta kapitel har i första hand varit beskrivande. Vi har på de tre olika nivåerna exemplifierat modeller som potentiellt kan användas i planeringssyfte.

Vi har i deskriptivt syfte också beskrivit de strategier som använts för att attackera metodproblem i de olika studierna. Vi har också angett olika infallsvinklar för bedömning av studierna vid de olika nivåerna. Däremot finns ingen möjlighet att utifrån granska de empiriska utfallen för de i litteraturen redogjorda studierna.

Om vi ställer simuleringsansatsens möjligheter mot de idealiserade önskemålen om planering som drogs från en studie av olika forskares systemmodeller (s.74) över olika organisationers styrsystem kan konstateras:

1. Att simuleringsmodellen kan formuleras med flerdimensionella mål där mätningar ställs mot de för en bestämd nivå operationaliserade önskemålen.
2. Att ett modellerat system kan ställas mot omgivande system.
3. Att kunskaper om olika delsystem kan relateras till problemsituationen.
4. Att varje sådan interaktionsmodell kan formuleras utifrån bestämda syften och förutsättningar.
5. Att genom flerdimensionell mätning kan iterationer mellan olika planeringsnivåer underlättas.

KAPITEL 8. SAMMANFATTNING OCH SLUTSATSER

Undersökningens huvudmålsättning var "att formulera en referensram för analys av simulering som angreppssätt vid olika planeringsnivåer i en organisation".

Denna gjordes beroende av två delmålsättningar:

1. "Att utveckla en referensram som gör det möjligt att relatera modellansatsen simulering till planering i organisationer".
2. "Att formulera konceptuella modeller som gör det möjligt att analysera simulering som angreppssätt vid olika planeringsnivåer".

Från dessa båda delmålsättningar formulerades vidare sex submålsättningar i anslutning till olika moment i avhandlingen.

Nedan sammanfattas de slutsatser som olika delar av forskningsprocessen utmynnat i. Dessa slutsatser bildar i sin tur underlag för slutsatser mot de överliggande målsättningarna.

M.1.1: Att från en analys av önskvärda karakteristika vid modellrepresentation av ekonomiska system för planering strukturera och ange simuleringsansatsens olika egenskaper.

Utifrån representationsform och härledningsförfarande definierades simulering som ett specifikt symboliskt-matematiskt angreppssätt. Valet av ett specifikt angreppssätt angavs ge upphov till en kedja metodproblem, som innebar ett antal interrelaterade val av tekniker för att uppnå vissa syften.

Simulering kan användas för att representera komplexa system i modellform, där olika processer relateras genom ett antal flöden och där modellresultat genereras genom upprepning av dessa processer. Det är alltså möjligt att i en simuleringsmodell systematisera ett stort antal förutsättningar, där den kvantitativa preciseringen av dessa anger modellens premisser. Följaktligen är det också möjligt att i en simuleringsmodell uppnå den representation av ekonomiska

system som ur vissa synpunkter angavs som önskvärd, nämligen att:

- a) Det representerade systemet kan genom beaktande av exogena variabler relateras till omgivande system.
- b) Abstraheringen av systemegenskaperna kan bli relativt noggrann och därmed kan en del av den komplexitet som finns i det reella systemet beaktas i modellen.
- c) En dynamisk modellformulering kan göras.
- d) Olika osäkerhetsfaktorer kan beaktas.

Simuleringsförfarandet i sig representerar däremot ingen kunskap om det studerade systemet, utan de förutsättningar som modellen bygger på hämtas från andra källor, t ex olika teorier eller teorifragment eller studier av det modellerade systemet. Experimentplaneringen och valideringen ställer vidare modellbyggaren inför ett antal problem, då modellen bygger på ett antal preciserade förutsättningar som gör att modellens generalitet i allmänhet är låg. I en simuleringsmodell kan emellertid idealt:

- a) Modellstrukturen anknytas till existerande teoribildning.
- b) Korrespondensrelationer ställas till observerbara data.
- c) Slutsatserna från modellen uttryckas i mätbara storheter.

Används simuleringsmodeller i planering görs detta utifrån vissa bestämda syften som resulterar i specifikation av resultatvariabler och definition av modellelement. Bakomliggande faktorer vid modellrepresentationen är bl a 1) systemnivå, 2) tidsperiod och 3) systemets egenskaper. Modeller formulerade för planering kan ställas i relation till följande relativa egenskaper; 1) trovärdighet, 2) testbarhet och 3) förbättringsförmåga (meliorism).

M.1.2.: Att utveckla en referensram över planeringssystem för uppdelning av olika delsystem.

Förutsättningarna för en beskrivning av planeringssystemet kan sammanfattas i följande punkter.

1. Delsystemet planering är det funktionella system i organisationen som syftar till att förbereda handlingar mot problemsystem.
2. För att förbereda handlingar mot en föränderlig miljö krävs dels en målgenererande process dels en problemlösningssprocess. För att planeringssystemet ska ha förmåga att förändra sin struktur krävs att planeringen sker under en sök-lär-process.
3. Planeringssystemet innehåller delsystem som på olika nivåer bearbetar information för att förändra och anpassa systemets struktur mot olika tidshorisonter och där förutsättningar för problemlösning och påverkan är olika.
4. Det totala planeringssystemet når en sådan komplexitet att vi inte förstår annat än delar av detta. Användandet av en viss begreppsapparat gör det åtminstone möjligt att se det utifrån vissa referenspunkter.
5. En utgångspunkt för en distinktion mellan olika delsystem är dessas strukturella förutsättningar.
6. En annan utgångspunkt är de funktioner för systemet som ett visst delsystem avser att uppfylla.
7. De processer som utförs av ett visst definierat planeringssystem är dels beroende av strukturella förutsättningar och avsedda funktioner, dels också av de stödjande administrativa metoder som valts för att lösa problemen.
8. Uppdelningen av ett system i delsystem innebär att delsystemen arbetar mot en överliggande målstruktur. Effekterna av hur de olika processerna organiserats kan tolkas dels utifrån direkta målkriterier, dels utifrån indirekta kriterier.

De definitioner som använts och den uppdelning som gjorts redovisas nedan.

Det totala planeringssystemet definieras som strukturen i det nät av beslutsprocesser, som bestämmer handlandet i organisationen. De formella planeringsreglerna kommer därmed endast att uppfattas som

en del av det totala planeringssystemet.

Planeringssystemet har beskrivits genom komplementära indelningar i delsystem. För att kunna bedöma behovet av planering, den existerande processens effektivitet och effekten av förändringar i beslutsprocessernas organisation behöver vi en definition av planeringens syften eller funktioner för organisationen. Utifrån en organisationsmodell definierades grundläggande funktioner och motsvarande delsystem i planeringssystemet.

För att kunna analysera planeringssystemet och få en överblick av dess struktur krävs att villkoren för olika planeringssituationer definieras. Utifrån ett antal beskrivningsdimensioner identifierades och beskrevs tre olika planeringsnivåer (strukturella delsystem), operativ planering (OP), resursplanering (RP) och strategisk planering (SP). Från denna typologi kunde vi urskilja olika funktioner i planeringssystemet för respektive planeringsnivå.

Strategisk planering; vars förutsättningar kännetecknas av hög (inre) handlingsfrihet, stor omfattning över organisationen, relativt långa tidsmässiga konsekvenser, hög beskrivningsnivå av planeringsobjekten och låg orsak-verkankunskap och där problemlösningsprocesserna är av huvudsakligen designkaraktär, som resulterar i mål, strategier och riktlinjer för organisationen.

Resursplanering; vars förutsättningar kännetecknas av begränsad (inre) handlingsfrihet, en omfattning som i huvudsak begränsas till organisationens olika delar. Tidsmässiga konsekvenser som beräknas över antingen vissa perioder eller över livslängden för olika projekt, där beskrivningsnivån begränsas antingen genom urvalet av påverkande faktorer eller medtagna dimensioner vid vilka orsak-verkankunskapen organiseras enligt vissa mönster och där problemlösningsprocesserna är av värderande eller resursmätande karaktär som resulterar i dimensionering av resurser, planer för utnyttjande av dessa samt operationalisering av mål.

Operativ planering; vars förutsättningar kännetecknas av låg (inre) handlingsfrihet, där problemen segmenteras till att gälla partiellt definierade problem med liten omfattning och med korta tidsmässiga

konsekvenser för enskilda beslut, vid vilka beskrivningsnivån är låg och orsak-verkankunskapen hög och där problemlösningssprocesserna är av kombinatorisk karaktär, där algoritmer kan utnyttjas i relativt hög omfattning och som resulterar i handlingsregler och instruktioner.

Vi har också i denna typologi angivit olika *funktioner i planeringssystemet*.

Funktioner vid strategisk planering är således att för den långsiktiga utvecklingen formulera mål, utveckla strategier och angiva riktlinjer.

Funktioner vid resursplanering är således att över begränsade tidsperioder samordna strukturförändringar genom att inom vissa ramar planera resursförändringar och planera för hur dessa resurser ska samordnas samt operationalisera olika mål över tiden.

Funktioner vid operativ planering är således att genom instruktioner och handlingsregler ange förutsättningar för hur den löpande verksamheten ska bedrivas.

Sambanden mellan delsystemen i planeringssystemet kan beskrivas utifrån olika infallsvinklar:

- 1) Mellan de olika nivåerna i de strukturella delsystemen finns informationsrelationer som anger samband mellan olika funktioner i planeringssystemet.
- 2) Inom organisationen finns uppgiftsorienterade transsystem på olika nivåer (vertikalt) som integreras på respektive nivå (horisontellt).
- 3) Indelningarna mellan de funktionellt definierade delsystemen för organisationen och de strukturellt definierade delsystemen i planeringssystemet skär över varandra.

Olika problemstrukturer erfordrar olika former av system för planering. Valet av modellstruktur vid organisation av en beslutsprocess kommer således att vara beroende av de i den aktuella situationen väsentligaste kraven på hur processen ska organiseras för att nå avsedda effekter. Valet av planeringssystem kan därför definieras som oberoende variabel i en modell som uttrycker samband mellan

villkoren för planering, valt planeringssystem, beroende processer och grad av måluppfyllelse.

M.1.3.: Att i en empirisk studie i en organisation undersöka möjligheterna att inom ett delsystem tillämpa referensramen över planering för beskrivning av - och som utgångspunkt för lösning av planeringsproblem.

I en fallstudie studerades en del av en organisations totala planeringssystem.

I den övergripande systembeskrivningen karakteriserades olika delar i det studerade systemet. I analogi med den föreslagna referensramen identifierades olika delar av utförandesystem och planeringssystem och, olika miljörelationer angavs.

Från denna beskrivning kunde gränserna för det studerade delsystemet - färdiglager-planering; - formuleras och relationerna anges mellan detta delsystem och övriga delar av planeringssystemet.

I detta delsystem identifierades olika planeringsprocesser. Dessa kunde definieras i olika *strukturella karakteristika* korresponderande med den tidigare föreslagna indelningen av planeringssystemet. För de olika processerna kunde en beskrivning göras av *hur* de olika delarna var *organiserade* och *vilka kriterier* planeringssubjekten använde. Av beskrivningen framkom att respektive process skedde relativt autonomt då använda kriterier och tumregler inte kunde relateras till andra delar av systemet.

Om de olika delarnas *funktioner definieras utifrån organisationen* som helhet ges möjlighet att analysera lagerplaneringen som en del av ett vidare planeringssystem. På den strategiska nivån bör planeringen av lagerdepåer ske i överensstämmelse med företagets strategi för att möta miljöns behov av leveranser och genom lagerlokaliseringen bestäms den struktur inom vilken övriga delar av lagerplaneringen kommer att verka. På resursplaneringsnivån ska den värdering göras som över bestämda tidsperioder definierar strukturen för den

operativa verksamheten. På den operativa nivån ska en samordning av den löpande verksamheten planeras.

Vi kan alltså konstatera att de olika besluten leder till en successiv begränsning av handlingsfälten.

Detta förhållande utnyttjas vid formuleringen av en konceptuell modell över lagerplaneringssystemet. I denna modell anges dels operationella kriterier för respektive del av systemet, dels relationerna mellan de olika delarna. Med den föreslagna modellen visas hur det är möjligt att ta hänsyn till hur olika processer är utformade genom att i modellen relatera dessa till varandra.

Således visar denna modell på *interdependensen* mellan olika delar i det studerade systemet.

Den empiriska studien visar på möjligheter att beskriva planeringssystem utifrån den föreslagna referensramen. I det studerade systemet identifierades olika processer, som kunde beskrivas i strukturella karakteristika. Detta gav en utgångspunkt för analys av såväl processernas funktioner i lagerplaneringssystemet som dess funktioner för systemet.

M.2.1.: Att relatera simulering som ett angreppssätt till olika delar av planeringssystemet och urskilja olika funktioner och strukturella egenskaper vid dess användning.

Modellrepresentationen vid den operativa nivån syftar till relativt detaljerade beskrivningar av problemkomplex där olika beroendeförhållanden kan representeras. Friheten vid modellformulering och härledning gör det möjligt att experimentera med olika strukturer, där resultaten kan mätas över en tidsaxel.

De speciella funktioner simuleringsangreppssättet kan ha på den *operativa* nivån kan sammanfattas i följande punkter:

- a) Konfigurationer av flöden och kapaciteter kan analyseras.
- b) Olika kombinationer av analytiska modeller kan analyseras.
- c) Beteendeprocesser kan representeras och påverkande faktorer analyseras.
- d) Olika inputkarakteristika med förändringar över tiden kan innefattas och stokastiska variationers inverkan kan registreras.

- e) Ett antal olika mätvariabler kan användas för registrering av modellresultat.

Vid *resursplaneringsnivån* kan processen att planera med hjälp av en simuleringsmodell ses om en interaktionsprocess mellan planeringssubjektet och den modell som formuleras och utnyttjas för att generera mätningar av olika alternativs konsekvenser. Beroende på utgångspunkterna vid modellformuleringen kommer dock simuleringsfunktionerna att vara olika för olika typer av modeller.

- a) Om modellen formuleras utifrån hur olika beräkningar utförs i planeringen, kommer modellens huvudsakliga funktioner att vara beräkningar av hur olika alternativs konsekvenser påverkar totalresultaten. Modellen kan vidare utnyttjas för identifikation av kritiska faktorer, organisation av dataunderlag och information till beslutsfattare samt för kontrolländamål.
- b) Om modellen representerar hur olika faktorer påverkar varandra i planeringsobjektet krävs en prövning av huruvida modellstrukturen är giltig. I detta fall kan modellen ses som en del av den orsak-verkankunskap som finns i organisationen och där modellens funktioner blir att systematisera denna kunskap, för att en härledning av alternativa konsekvenser ska kunna ske utifrån denna bild.
- c) Simulering kan vidare utnyttjas för mätningar vid interaktionen av olika analytiska och/eller numeriska modeller över delar i organisationer, där effekterna av dessa mätes genom resultatvariabler av det definierade systemet.
- d) Simulering kan vidare användas för att representera olika interrelaterade flöden i en organisation och resultaten av experimenten används för att operationalisera delmål för delsystem och/eller utvärdera sätt att behandla information.
- e) I en modell över ett större system kan olika hypoteser om beteendeantaganden studeras genom mätning av effekterna på en modell över detta system.

Vid den *strategiska* nivån används modellen som ett medel att systematisera orsak-verkankunskap. Detta möjliggör att olika mätningar av utfall för planer och strategier kan göras.

- a) Om modellen avser att representera den enskilda organisationen som en enhet av en marknad eller bransch kommer beroendeförhållandena mellan enheterna att vara centrala för analys av den enskilda organisationens möjligheter.
- b) Om modellen formuleras utifrån den enskilda organisationens relationer till miljön kan modellen tjäna som ett medel för organisation av kunskaper som finns hos olika befattningshavare och modell-användningen ingår som ett led i en sök-lärprocess. De resultat-projektioner som modeller ger upphov till kan således tolkas mot den övriga information som finns inom organisationen.
- c) Om modellen i huvudsak representerar interna beroendeförhållanden och olika prognoser användes som input till modellen kan den utnyttjas för integration av olika orsak-verkankunskaper om interna samband. Om modellen utmynnar i olika finansiella mätningar över tiden ger den således information om hur strategier och/eller villkor påverkar organisationens resultat och finansiella status och där möjligheten att testa olika frågeställningar är beroende av modellens uppbyggnad.
- d) En annan utgångspunkt för modellanvändningen kan vara att modellen ska användas som medel för konsekvensberäkningar vid speciella projekt för att organisera insamling av olika typer av information. I detta sammanhang kan också möjligheterna att modellen kan innehålla stokastiska fördelningar utnyttjas samt att modellen vid upprepade försök ger fördelningar över alternativens konsekvenser.
- e) Vidare kan simulering utnyttjas vid olika problem där en heuristiskprocedur utnyttjas för generering och värdering av alternativ.

Vid den *operativa* nivån används simulering direkt till definierade problemkomplex och syftet kan vara att formulera algoritmer, regelsystem eller normer för frekvent återkommande beslut.

Vid den *resursplanerande nivån* används simulering för värdering och mätning av flera interagerande delsystem och syftet kan vara att på modellnivån pröva alternativa planer eller administrativa system, testa hypoteser om beteenderelationer, eller värdera olika resursförändringar. Modellernas användning förutsätter vid varje tillfälle interaktion med planeringssubjektet och modellerna kan användas som komplement till andra planeringsmetoder.

Vid den *strategiska nivån* kan simulering användas för mätning av hur olika förutsättningar och alternativ påverkar ett system, typ företag. Modellerna kommer härvid att baseras på ett stort antal olika antaganden om systemets egenskaper och en viktig orsak för simuleringsanvändning är att modellen kan tjäna som katalysator för informationsinsamling i en läroprocess för organisationen. Således kommer simuleringsanvändning på denna nivå att tjäna som ett stödjande hjälpmedel för planering i situationer som ej "fullständigt" kan modelleras kvantitativt.

M.2.2.: Att urskilja och systematisera olika metodproblem vid simulering och beskriva egenskaper vid utnyttjande av simulering vid olika planeringsnivåer.

Vi definierar ett angreppssätts metodfunktion, som en lösning av de metodologiska problem som uppkommer från det att en modelltyp valts tills det att modellens lösning har tolkats. Som nödvändiga steg vid modelleringen med ett matematiskt angreppssätt angavs; *modellformulering, systemstrukturering, numerisk specifikation, härledning och tolkning/validering.*

Lösningen av ovanstående metodproblem är alltså de delar som kan karakteriseras som *simuleringsmetodik* och vars syfte är att göra dessa till en kontrollerad process, som binder samman de olika stegen från problemdefinition till lösning. *Simuleringsmetodik som kontrollerad process kan alltså ses som en tillämpning av mer generell metodik.*

Från de olika stegen i metodfunktionen angavs dels olika tekniker att lösa dessa, dels förutsättningarna för utnyttjande av de olika teknikerna. Således formulerades en konceptuell modell som visar

olika tekniker för lösning av metodproblem i samband med att simulering relateras till förutsättningar för planering. Modellen sammanfattas i punktform.

1. Förutsättningarna för användandet av angreppssättet ska explicit anges i förhållande till planeringssubjekt, informationssystem och planeringsobjekt.
2. Ett beskrivningsschema erfordras som gör det möjligt att identifiera olika metodproblem från det val av angreppssätt gjorts tills dess att lösningen har tolkats.
3. Till beskrivningsschemat ska för respektive klass av metodproblem olika tekniker och/eller karakteristika kunna anges.
4. Från referensramen för olika planeringssituationer och beskrivningsschemat för olika metodproblem, ska tillämpbara tekniker kunna anges.

Vid en beskrivning av olika studier utnyttjade vi tabellen i sammanfattande syfte, men kunde vid en efterhandsanalys endast granska den strategi som valts för att lösa de metodologiska problemen. Referensramen utnyttjades för en nivåuppdelning av olika modeller. Komplementärt till denna ställdes de olika funktioner vi angett i kapitel 5. Förutsättningarna för respektive studie beskrevs också mer detaljerat. I kapitel 6 ställdes således olika tekniker för lösning av olika metodproblem in i ett sammanhang. I kapitel 7 beskrevs huvuddragen i de strategier som utnyttjades för lösning av de olika metodproblemen.

M.2.3.: Att formulera en modell över ett visst planeringsproblem och på modellen testa olika regelkombinationer.

Vi har presenterat en modell över en lagerstation. Modellen har formulerats under förutsättningar att stationen arbetar med fasta beställningar mot en centralleverantör. Modellen är alltså formulerad som en enkel lagerstation med fasta beställningstider mot en påfyllande enhet.

Modellen presenteras i följande punkter 1. Modellformulering, 2. Systemstrukturering, 3. Specifikation av använda regler och parametrar, 4. Experiment vid test och 5. Tolkning och förslag till omformulering av modellen.

Modellens funktion angavs kunna vara att utvärdera olika regelsystem, där användningen föregås av analys av efterfrågedata och kostnadsparametrar.

Ställer vi undersökningens resultat i relation till *delmålsättning 1 (M 1): Att utveckla en referensram som gör det möjligt att relatera modellansatsens simulering till planering i organisationer*, kan följande konstateras:

För att kunna ställa simulering i relation till planering i organisationer erfordras att olika förutsättningar definieras. Följaktligen definierades olika egenskaper för simulering vid representation och härledning av ekonomiska system. Vi utgick i vår analys av planeringssystemet från generella förutsättningar för att beskriva det. Vår analys utmynnade i att olika beskrivningsdimensioner valdes för att karakterisera strukturen av olika delar i planeringssystemet. Från den strukturellt definierade referensramen för planeringssystemet urskiljdes olika funktioner i detta och samband mellan olika nivåer angavs. Denna indelning relaterades till de olika processerna förändring och samordning. Härigenom gavs förutsättningar för diskussion av olika användningar av simulering utifrån en referensram för planeringssystemet.

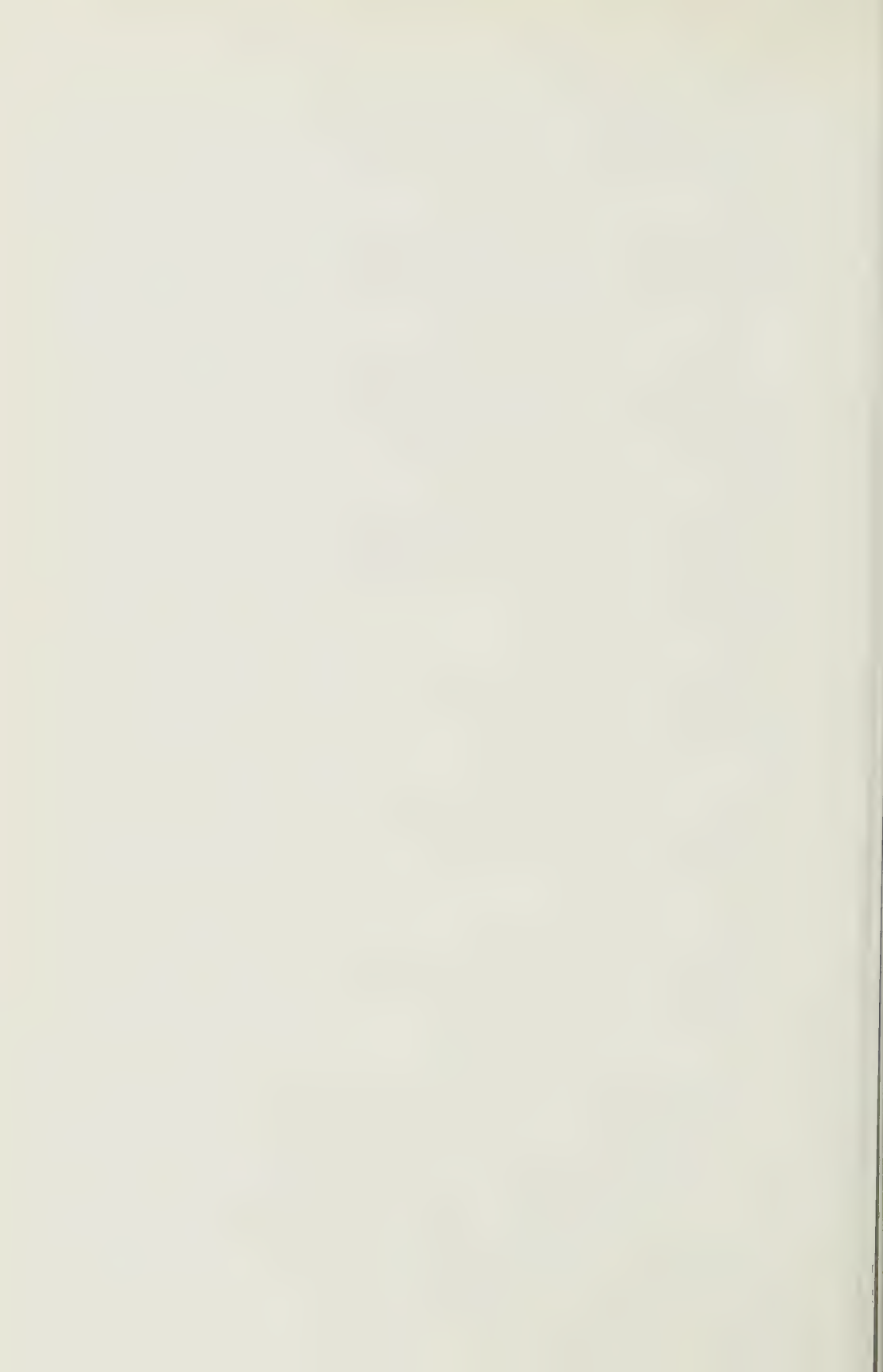
Ställer vi undersökningens resultat i relation till *delmålsättning 2 (M 2): Att formulera konceptuella modeller som gör det möjligt att analysera simulering som angreppssätt vid olika planeringsnivåer* kan följande konstateras:

Från den strukturella indelningen av planeringssystemet kan olika karakteristika och funktioner för simuleringsanvändning vid olika planeringsnivåer urskiljas. De olika metodologiska problem som uppstår vid användning av simulering definierades. I anslutning till var och en av dessa beskrevs olika tänkbara lösningstekniker och möjligheterna att utnyttja dessa ställdes i relation till planeringens förutsättningar. Vi har alltså analyserat simulering som angreppssätt vid planering på den *strategiska, resursplanerande och operativa* nivån.

Ställer vi undersökningens resultat i relation till målsättning (M):

Att formulera en referensram för analys av simulering som angreppssätt vid planering i organisationer kan följande konstateras:

Formuleringen av en simuleringsmodell bygger på teorier om och beskrivningar av bestämda objekt. Användandet av simulering gör det möjligt att formulera och härleda modellen till olika problemområden. För att analysera modellernas funktion och klargöra förutsättningarna för deras användning, har formulerats en referensram över planeringssystemet. Denna referensram har utnyttjats för olika syften. Vad som i första hand har eftersträfvats har varit att utveckla en begreppsapparat. Entydiga klassificeringar är däremot inte möjliga att göra. I stället kan man se undersökningen som ett försök att systematisera ett område som karakteriserats av en accelererad kunskapstillväxt. Sett ur detta perspektiv kan undersökningen ses som ett försök att systematisera olika delar av objektområdet: "*Simulering - som angreppssätt vid olika planeringsnivåer i en organisation*".



SUMMARY

PLANNING AND SIMULATION

- a frame of reference for analysis of simulation as an approach to planning at different planning levels within an organization

Chapter 1. RESEARCH OBJECT

As can be seen from the title of the study, Planning and simulation - a frame of reference for analysis of simulation as an approach to planning at different planning levels within an organization, the study treats the areas of planning and simulation with the purpose of formulating a frame of reference which makes it possible to analyse the use of simulation in organizational planning. The analysis is based on the assumption that different kinds of plans fulfil different functions in the planning system of an organization. Thus the characteristics of different planning situations will be treated in order to formulate a frame of reference for planning and from which the analysis is then limited to the use of simulation in planning. In contrast to the situations where simulation is only used as a technique for solution of problems, a frame of reference is used, by which it is possible to relate simulation to different planning situations. This change of "paradigm" puts the demands and purposes of different planning situations in the focus of the study.

The main purpose of the study, "to formulate a frame of reference for analysis of simulation as an approach to planning within organizations", was specified by formulating a number of sub-goals for the study, which will appear from the figure below:

M. To formulate a frame of reference for analysis of simulation as an approach to planning within organizations.

M 1. To develop a frame of reference making it possible to relate simulation to planning within organizations.

M 1.1. To describe and analyse the different characteristics of the simulation, based upon an analysis of desirable characteristics in model representation of economic planning systems.

M 1.2. To develop a frame of reference concerning planning systems for the classification of different sub-systems.

M 1.3. To investigate the possibility of using, within a sub-system, the planning frame of reference for description of and as a base for the solution of planning problems in an empirical investigation.

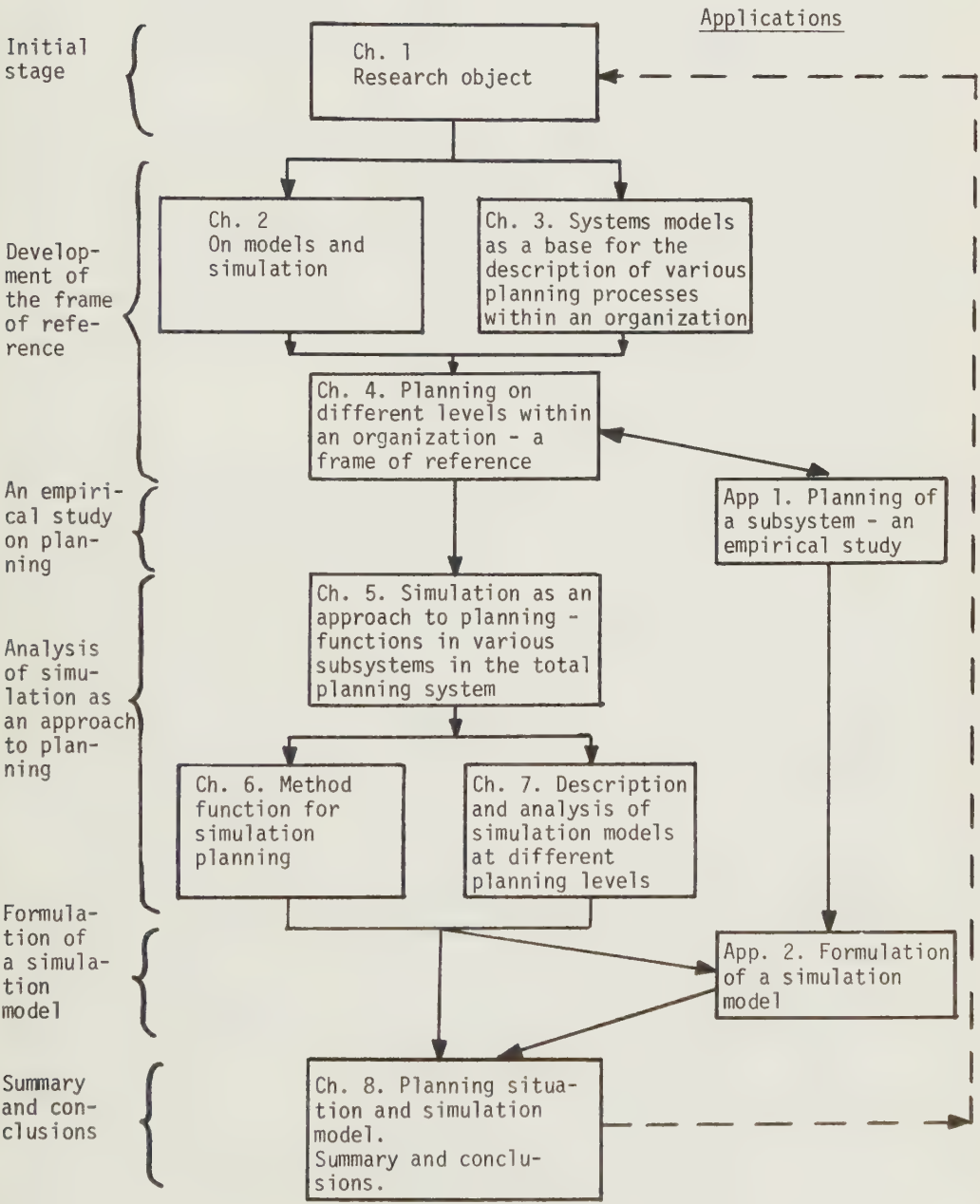
M 2. To formulate conceptual models making it possible to analyse simulation as an approach at various planning levels.

M 2.1. To relate simulation as an approach to various parts of the planning system and to separate different functions and structural characteristics when in use.

M 2.2. To point out and systematize different methodological problems concerning simulation and describe the characteristics when using simulation at different planning levels.

M 2.3. To formulate a model of a certain planning problem, and to test and evaluate various combinations of rules on the model.

These sub-goals correspond to different steps of the research process and are to be achieved in the various parts of the paper. The disposition of the paper will appear from the figure below.



Survey of the study.

Chapter 2. ON MODELS AND SIMULATION

After a characterization of different relations between objects and models a taxonomy for different types of models was suggested. This taxonomy was based on a classification according to form of representation and ways of derivation. In connection with this classification, the following concepts were given:

Approach = modelling process from the choice of type of model up to the interpretation of the solution.

Method function = solution of the methodological problems arising from the choice of type of model up to the interpretation.

Methodological problem = problems arising on choosing between alternative techniques.

Method = the way of choosing a technique.

Technique = the way a specific purpose is attained.

These concepts are shown in a flow chart covering different steps in a model approach, where feedback loops are implied.

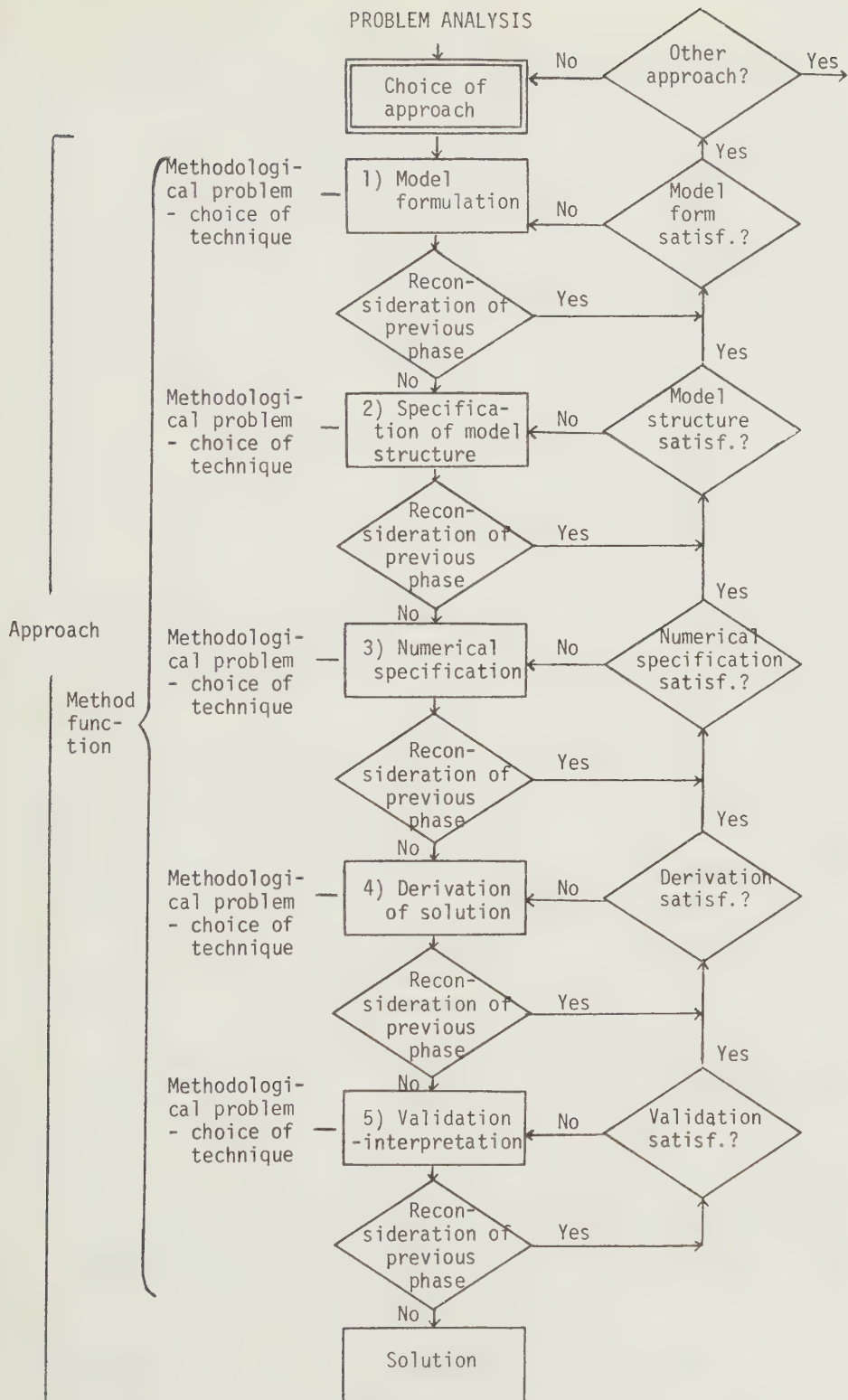
One conclusion in reference to these definitions is, that the choice of approach can be defined as the first important methodological problem, implying a total evaluation of the consonance between methods and techniques and the purposes for modelling a certain object.

From the works of a number of researchers, the following conclusions were drawn concerning characteristics of economic systems, which depending on the situation also may be regarded as criteria for representation in the corresponding models:

- a) Dependence on environment
- b) Complex relations between components
- c) Dynamic behaviour
- d) Subject to disturbance.

As to models intended for use in planning it was established:

- a) That a model can be characterized partly by measuring process for dependent variables, partly by a characterization of model ele-



Flow chart of phases in a model approach with feedback loops.

ments. The latter can be classified according to two dimensions:

1) controllable - uncontrollable and 2) endogenous - exogenous.

b) As background factors in model representation were mentioned

1) system level, 2) period of time, 3) properties.

c) For a model, which is to be used mainly normatively, i.e. as a guidance for decisions, absolute criteria can be formulated only exceptionally and the model must, therefore, be considered in relation to various relative properties: 1) credibility, 2) testability and 3) improvability (meliorism).

The above gives the frames for the consecutive analysis:

1) On the modelling process

2) On properties of the systems to be represented

3) On characteristics of model formulation in planning situations.

Based on a concept analysis, simulation was defined as an approach to modelling, where the model elements are specified numerically and the solution given by the model consists of numerical values for the variables generated by the model, and where the model represents a number of processes and flows. The processes are run through a number of times, and the output values of one run form the input values of the next. Changes in input values or structures form experiments for model solution. The model may, but does not necessarily have to, include stochastic distributions, and may furthermore be characterized by a large number of model elements and relations, which are solved and evaluated in relation to a number of different dependent variables.

Simulation may be used to represent complex systems in model form, where different processes are related by a number of flows and the model results are generated by repetition of these processes. Thus, in a simulation model, it is possible to systematize a considerable number of conditions, where the quantitative expression thereof states the provisions of the model. Consequently it is also possible, in a simulation model, to achieve the representation of economic systems which, from certain points of view, was stated as desirable, viz:

a) The represented system may, by considering exogenous variables, be

related to environmental systems.

- b) The abstraction of the system properties can be comparatively precise and thus a part of the complexity of the real system can be considered in the model.
- c) A dynamic model formulation can be made.
- d) Various uncertain factors can be considered.

The simulation procedure as such does not, however, represent any knowledge of the system studied. The conditions on which the model is based are taken from other sources, e.g. different theories or theory fragments, studies of the modelled system. Furthermore, experimental planning and validation make the model constructor face a number of problems, as the model is based upon a number of specific conditions, usually implying a minor generality.

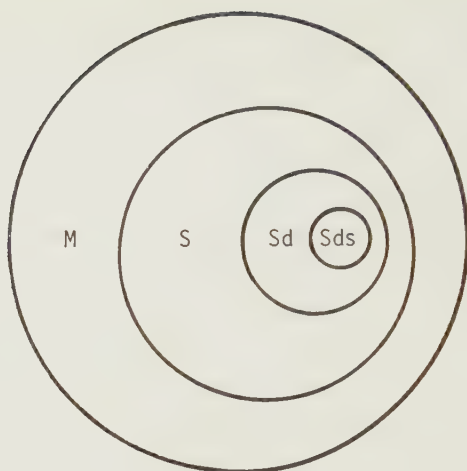
In a simulation model, however, can optimally: a) the model structure be related to existing theory; b) correspondence relations be related to observable data; c) the conclusions of the model be expressed in measurable units.

If simulation models are being used in planning, this is based on certain specific purposes, resulting in specification of dependent variables and definition of model elements. The background variables governing the model representation are a.o. 1) system level, 2) period of time and 3) the properties of the system.

Chapter 3. SYSTEM MODELS AS A BASE FOR DESCRIPTION OF VARIOUS PLANNING PROCESSES WITHIN AN ORGANIZATION

The basis for the analysis in this chapter can be illustrated by the following figure.

This chapter deals with descriptions of S (the organization) to make it possible to describe different conditions concerning Sd (sub-system Planning), as Sd is the subsystem within which Sds (planning by simulation) is assumed.



M  Environment

 The environment, with which an organization is supposed to have interaction

S  System

 Organization with explicit mutual and explicit specific goals

Sd  Subsystem

 Planning - goal-directed organizing of decision-making to influence future situations

Sds  Subsystem of planning

 Planning by means of simulation models

I. The frame of reference concerning organizations is based on three interrelated propositions from the more general systems theory:

- 1) Organizations are open systems having exchange relations with the environment.
- 2) Organizations show goal-directed behaviour, i.e. information is interpreted in relation to ideas of desirable behaviour and situations.
- 3) The capability of the organization to change its structure depends on the design of different information processing and interpreting components.

For definition and analysis of such a system or parts thereof a determination of the following properties was stated as essential:

a) system boundaries, b) relations, c) elements and d) diagnosis conditions.

II. In paragraph 2 this frame of reference was defined by analysing different researchers' models of organizations as systems. From this material various definitions and interpretations are being made.

Thus, in this paragraph different theories and models of the control systems of organizations are accounted for. This implies a concretion of the more general theory from the systems theory. The descriptions were made in accordance with a certain pattern which provided possibilities for more general interpretations of the studies. First, different dimensions for the description of control systems were summarized and then different central characteristics for the control of the systems were interpreted. Starting from this, different implications for the planning system were described. Thus, the frame of reference given in the above paragraph was developed by the fact that the conditions for the formulation of a frame of reference were directly related to different system models. This formulation, however, requires a more precise definition of different dimensions in relation to different properties.

III. The third paragraph describes a number of dimensions for classification:

- 1) The dimensions time, range and level of description give the structural conditions, within which different parts of the system perform different functions.
- 2) The processes, which - based on different assumptions - process and interpret information in order to affect the structure of the system, are related to conditions and functions.
- 3) Because different control processes form subsystems in a larger system, the criteria against which the different subsystems are working, are made central, as a classification of a larger system implies general outlines and limits for those subsystems, which affect goal and problem formulations therefore.

The implications for the analysis of planning systems may be summarized as follows:

- 1) The planning subsystem is the functional system of the organization which aims at preparing actions towards a system of problems.
- 2) To prepare actions against a changing environment, a goal generating

process is required as well as a problem solving process. To make the planning system capable of changing its structure it is required that the planning is made in a search-and-learn-process.

- 3) The planning system contains subsystems which, on different levels, process information in order to change and adapt the structure of the system to different time horizons and where the conditions for problem solving and control are different.
- 4) The total planning system reaches such a complexity that we are able to understand but parts of it. The utilization of a certain conceptual framework at least makes it possible to study it from certain points of reference.
- 5) The structural conditions can be the basis for the identification of different subsystems.
- 6) Another way of identifying subsystems is the functions in the system, which a certain subsystem is intended to fulfil.
- 7) The processes carried out by a certain defined planning system depend on structural prerequisites and intended functions, as well as on the supporting administrative methods chosen to solve the problems.
- 8) The identification of subsystems in a system implies, that the subsystems work towards the goal structure of the system. The effects of the organization of the different processes can be interpreted in relation to direct goal criteria, as well as in relation to indirect criteria.

Chapter 4. PLANNING ON DIFFERENT LEVELS WITHIN AN ORGANIZATION

- A FRAME OF REFERENCE

In this chapter an extended planning concept was suggested, where planning generally implies complex decision-making towards systems of problems.

The total planning system was defined as the structure of the net of decision processes, determining the actions of the organization. Consequently, the formal planning system will merely be regarded as a part of the total planning system.

The planning system has been described by complementary classifications into subsystems. To be able to evaluate the need for planning, the efficiency of the existing process and the effect of changes in the organization of the decision processes, we need a definition of the purposes or functions of the planning for the organization. From a model of an organization two basic functions - one with the purpose of change, one with the purpose of co-ordination - were defined, and the corresponding subsystems were defined in the planning system.

To be able to analyse the planning system and to get a picture of its structure, a definition of the conditions for different planning situations is required. Starting from a number of descriptive dimensions, three different planning levels (structural subsystems) were identified and described: strategic planning (SP), resource planning (RP) and operative planning (OP).

Strategic planning, the prerequisites of which are characterized by high (internal) freedom of action, great impact on the organization, relatively long-range consequences as to time, high level of description regarding the planning objects and low cause/effect knowledge, and where the problem solving processes mainly are of design character resulting in goals, strategies and policies for the organization.

Resource planning, the prerequisites of which are characterized by a limited (internal) freedom of action, mainly restricted to the different parts of the organization. Consequences as regards time are measured either over certain periods or the length of life of different projects, where the level of description is limited either by the choice of affecting factors or included dimensions, at which the knowledge of cause/effect is organized according to certain patterns and the problem solving processes are of an evaluating or resource measuring character, resulting in dimensioning of resources, plans for the utilization thereof as well as the operationalization of goals.

Operative planning, the prerequisites of which are characterized by low (internal) freedom of action, where the problems are segmented to apply to partially defined problems of minor influence and short time consequences for individual decisions, at which the level of

description is low, the knowledge of cause/effect is high and the problem solving processes are of a combinatory character, where algorithms can be used to a comparatively large extent and result in action rules and instructions.

In this typology we have also stated different functions of the planning system.

The functions of strategic planning are to formulate goals for the long-range development, to develop strategies and to describe policies.

The functions of resource planning are, within certain frames, to coordinate structural changes over limited periods of time by planning the change in resources, to coordinate these resources and to operationalize different goals.

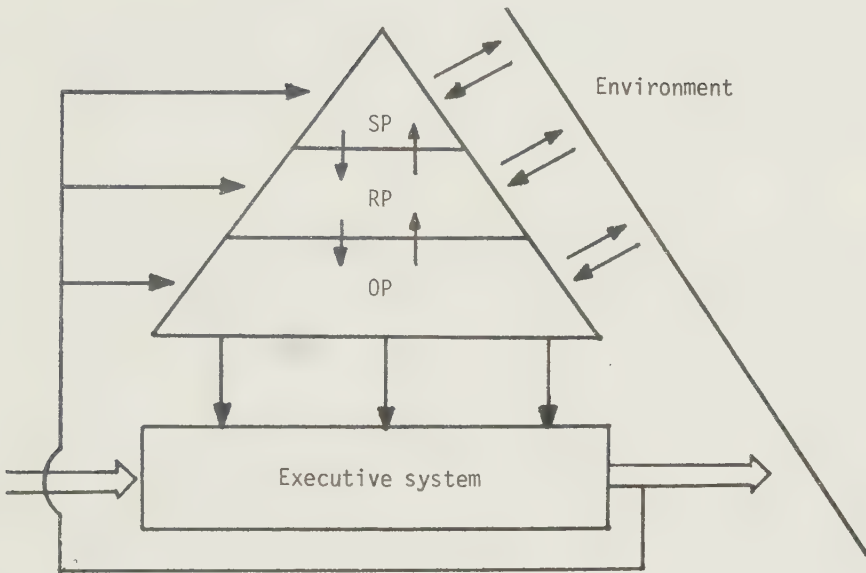
The functions of operative planning are to give instructions and rules for the current activities.

The relations between the subsystems within the planning system may be described from different angles:

1) Between the different levels of the structural subsystems there are information relations stating the relation between different functions in the planning system. This is illustrated by the following figure. The following relations have been marked in the figure:

- 1) Relations between the subsystems (levels) of the planning system.
- 2) Relations between planning system and executive system.
- 3) Feedback loops to the subsystems within the planning system.
- 4) Relations to environment.

The planning system



The structural subsystems of the planning system.

- 2) Within the organization there are task oriented systems on different levels (vertically) integrated on the respective level (horizontally).
- 3) The classification of the functionally defined subsystems for the organization and the structurally defined subsystems of the planning system is overlapping. Putting them in relation to each other, it will be found that all three levels of the planning system have functions aiming at change as well as coordination. The strategic planning, however, mainly aims at the change, while the operative planning above all aims at coordination of the current activities. The resource planning may be seen partly as aiming at coordination of parts over limited horizons of time, partly as a change of the organization from one specified condition to another.

Different problem structures require different forms of systems for planning. The choice of model structure when organizing a decision

process will thus depend on the most important requirements on how to organize the process in order to achieve the intended effects. The choice of a planning system may therefore be defined as an independent variable in a model expressing the relation between the conditions for planning, chosen planning system, depending processes and degree of goal accomplishment. From this model different planning effects were distinguished and discussed.

Chapter 5. SIMULATION AS AN APPROACH TO PLANNING - FUNCTIONS IN VARIOUS SUBSYSTEMS WITHIN THE TOTAL PLANNING SYSTEM

The suggested frame of reference has stated the conditions for analysing simulation as an approach to planning.

One basis is a description of planning in various subsystems, the other is the characteristics of simulation making the approach useful for different types of planning. "The functions of an approach in planning" therefore refer to "the characteristics making it useful for certain purposes".

The various characteristics of simulation are summarized in the following figure:

Structural characteristics

- a) Exogenous variables affect the model of the defined system (input-variables).
- b) Representation of complex relations is possible.
- c) Dynamic model formulation, where processes are related to fixed time intervals.
- d) Stochastic processes may be included.
- e) Different input-output relations may be represented.
- f) Analytical models may be included.
- g) Behaviour processes may be represented.
- h) Several dependent variables may be used to measure model results.

Process characteristics

Experimental derivation of model results

- a) By changing the representation of affecting factors.
- b) By changing process characteristics.
- c) By changing the model structure.

Depending on the planning situation the structural and process characteristics as well as the functions of simulation are different on different planning levels.

On the operative level simulation is used directly for defined problem complexes and the purpose may be to formulate algorithms, rule systems or standards for frequently recurring decisions.

On the resource planning level simulation is used for evaluation and measuring of several interacting subsystems, and the purpose may be, on the model level, to test alternative plans or administrative systems, to test hypotheses on behaviour relations or evaluate different resource changes. The use of the models always requires interaction with the planning subject and the models may be used as a complement to other planning methods.

On the strategic level simulation may be used for measuring the effects of different conditions and alternatives on a system, e.g. a company. The models will then be based on a large number of different assumptions regarding the properties of the system, and one important reason for using simulation is that the model can serve as a catalyst for the collection of information in a learning process in the organization. Thus, the use of simulation on this level will serve as a supporting aid for planning in situations which cannot "completely" be quantitatively modelled.

We therefore relate simulation to different types of planning objects, which leads to the conclusion that the more general characteristics of simulation are used in different ways and for different purposes. This is shown in the following three figures.

SIMULATION FUNCTIONS IN OPERATIVE PLANNING - SUMMARY

OPERATIVE PLANNING

Conditions for planning

Low (internal) freedom of action, restricted extent, short time consequences, low level of description, high cause/effect-knowledge, the problem solving processes being of a combinatory character resulting in action rules and instructions.

SIMULATION

Structural model characteristics

- a) The numerical specification can be based on statistical relationships between variables.
- b) The model can be closed around a subsystem in the organization.
- c) Dependent variables can be expressed by cost-revenue measures for specific subsystems.
- d) The construction of the model can be based on specific theories, e.g. inventory theory.
- e) Stochastic distributions can be directly related to the model structure.

Process characteristics

- a) Capacity and flow changes.
- b) Changes in rule systems.
- c) Changes in affecting factors.

SIMULATION FUNCTIONS IN OPERATIVE PLANNING

- a) The utilization of the fact, that the simulation model may represent a number of elements through which different flows are passing, makes it possible to try different configurations of flow input and capacities. This may be used i.a. for the solution of queueing, order and line balancing problems.
- b) The model makes it possible to represent the different sets of rules, which currently control the physical flows. The testing of alternative combinations of sets of rules makes it possible, through the model, to evaluate the effects of the result thereof, e.g. by trying combinations of analytical models.
- c) By simulation models detailed representations of processes may be done. This may be used for an analysis of the factors affecting individual processes, e.g. by routine decisions on prices or the factors affecting a certain behaviour.
- d) As the model can be formulated over a time axis and as stochastic distributions can be included in the model formulation, possibilities are given to analyse how random factors affect the system over a time axis. This may be used for current decisions on the allocation of capacities.
- e) A multi-dimensional measurement of dependent variables makes it possible to analyse the outcome of individual operative processes in comparison to other parts of the system.

SIMULATION FUNCTIONS IN RESOURCE PLANNING - SUMMARY

RESOURCE PLANNING

Conditions for planning

Limited (internal) freedom of action, restricted extent, periodical time consequences, level of description limited by the choice of factors and dimensions, cause/effect knowledge structured according to certain patterns and the problem solution processes being of an evaluating and resource measuring character, resulting in dimensioning of resources, plans for the utilization thereof and the operationalization of goals.

SIMULATION

Structural model characteristics

- a) The numerical specification can be based on different historical descriptions and/or measurements on an aggregated level.
- b) The model may include the representation of different subsystems in the organization or environmental segments.
- c) Dependent variables can be expressed by measures related to the "key variables" stated as essential at the model formulation.
- d) The structure of the model can be adapted to assumptions on the interaction between various subsystems.
- e) Stochastic distributions can be related to different subsystems in the model.

Process characteristics

- a) Calculations of outcome of different action programs, where different parts of the organization are to be coordinated (e.g. at budgeting).
- b) Test of the impact of different administrative control systems.
- c) Test of the effects of changes of resource structures.

SIMULATION FUNCTIONS IN RESOURCE PLANNING

- a) The formulation of the model can be based on how different calculations are carried out in the planning. Its functions will then be of a calculation character, e.g. consequences of calculation of different alternatives and identification of critical factors at budgeting, as well as for the organization of computer processing material and information, e.g. reports on different products, departments and functions.
- b) The model can be used for systematizing the knowledge of cause/effect, e.g. the factors influencing the sales during a period of time. In this case the alternatives will be evaluated in relation to the picture of the planning object expressed by specification of elements and relations within the model.
- c) A simulation model makes it possible to evaluate the interaction of decision systems for different parts of the system, e.g. by representation and evaluation of the rules or models used to control different parts of the production flow.
- d) The model can be formulated for analysing how different flows are interrelated over time and result in an operationalization of goals for parts of the system and/or determining the coordination of resources, e.g. planning of production, employment and inventory for different seasons.
- e) Hypotheses on different behavioural relations can be tested and measured by a model including relationships between different behaviour processes, e.g. decision and information systems.

SIMULATION FUNCTIONS IN STRATEGIC PLANNING - SUMMARY

STRATEGIC PLANNING

Conditions for planning

High (internal) freedom of action, great extent, long time consequences, high level of description, low cause/effect knowledge and the problem solving processes being of a design character resulting in goals, strategies and policies.

SIMULATION

Structural model characteristics

- The numerical specification can be based on different assumptions and/or an analysis of historical information
- The model can represent a system of which the organization and/or the different parts constitute subsystems.
- Dependent variables can be expressed by different measures of e.g. expansion and profit.
- The structure of the model is adapted to assumptions on the relationships between the organization and its environment.
- In order to render a model of a more extensive system analysable, assumptions on deterministic relationships may be necessary. If the model is formulated for analysis of individual projects, the situation is different.

Process characteristics

- Test and analysis of different relationships (e.g. between parts of an organization and/or components in an environment).
- Evaluation of different suggested strategies and plans (e.g. by financial measurements over a time axis).
- Series of experiments preplanned for evaluation of strategic projects (e.g. repeated tests at models containing stochastic distributions or heuristic procedures).

SIMULATION FUNCTIONS IN STRATEGIC PLANNING

- Simulation may be used for representation and analysis of complicated relationships in the environment of an organization, where the model is used to study hypotheses on different processes by measurements over a time axis.
- Simulation may be used as a part of a learning process within an organization, when different pieces of knowledge are integrated by the model. The effects of different suggestions are measured by a model which, e.g. may express different relations between the organization and the environment.
- If simulation is used to represent different relationships in an organization, it is possible to measure the impact of different strategies or conditions on the system or the different parts thereof.
- Simulation models may be used for collection of information and measurement of consequences for individual projects, where the model may be used for different risk judgements.
- In order to generate and evaluate different alternatives, simulation may be used (e.g. at localization problems) to facilitate search within an heuristic procedure.

Chapter 6. METHOD FUNCTIONS FOR SIMULATION IN PLANNING

Three relations were stated as conditions for the use of simulation in planning:

- a) Relations between model and planning subject.
- b) Relations between model and information system.
- c) Relations between, on one hand, the model as a part of the decision process cycle and, on the other hand, as a representation of the planning object.

Provided that a model can be constructed for simulation, this implies a number of necessary and specific critical methodological problems, the treatment of which depends on the basis on which the model has been formulated. These may be analysed in the following categories:

1) Model formulation, 2) Definition of model structure, 3) Numerical specification, 4) Experimental design, 5) Validation.

1. Model formulation

As appears from the above (chapter 5) simulation models have different functions and structural characteristics at different levels in the planning system. Moreover, the conditions differ regarding relations to planning subject, information system and planning object.

The "typological classification" below illustrates possible conditional differences for models at different planning levels.

The thesis mentions a number of different characteristics, expressing different model characteristics. The essential thing in this connection is, that the properties of the model are related to the studied system in order to clarify the conditions, from which the model has been formulated.

2. Definition of model structure

The model structure may be defined as the description of components and relations, ending in the identification of the components of the model and leading to the construction of a model structure, from which solutions may be found. The definition of model structure is basically dependent on the theories and knowledge, on which the model is based.

	Strategic	Resource planning	Operative
Relation to the planning subject	The purpose of the model is to initiate a search-and-learn process	The purpose of the model is to be used by decision makers experimenting within a given model structure	The purpose of the model is to give mainly programmed decisions (under control)
Relation to information systems	An internally organized information system can be used only to a limited extent	The internally organized information system may be used, as well as other information sources	The model can be a part of an integrated information system
Relations to the planning object	Choice of elements and relations is made out of a large set of properties	When possible the choice of elements and relations is based on different descriptive schemes	Choice of elements and relations is made from a comparatively limited set of properties
	Aggregated events generally form the input to different processes in the model	Events are aggregated to certain time intervals	Individual events may form the input to different processes in the model
	The purpose of the model is to represent systems over a long-range time horizon	The purpose of the model is to represent systems over certain time intervals	The purpose of the model is to represent systems over a comparatively short time horizon
	Model complexity is tried to be reduced e.g. by assumptions on deterministic relationships	The model can include subsystems sequentially related to each other (e.g. by different budgets)	The model is tried to be formulated on detailed descriptions from the object level, e.g. by including stochastic distributions
	The number of goal variables is probably large; model results are to satisfy a lot of different measures	The goal variables may be chosen from different "key variables" (e.g. turnover, profit, solvency)	The number of goal variables can probably be limited; possibly, a goal variable is tried to be optimized under restrictions

In order to handle the generally complex simulation models, description and construction can be divided into different steps e.g.:

- a) A definition of the system and the relations, which the system is supposed to have to the environment, where the description of the system is carried out, first on a higher level of description distinguishing a number of components and the relations between these, and then on a lower level of description, where the components are subdivided and described on a low level of description.
- b) A description of the components of the model distinguishing different morphological components.
- c) A formulation of the structure of the physical-logical component and the time component of the simulation model.

3. Numerical information

Regarding the two aspects, numerical information and method for numerical estimations, a table has been drawn up as a summary. Depending on the conditions, different ways of estimation may be used, on the respective level, at the determination of the numerical information. By means of an arrow it is shown in the matrix, that the possibilities for using a formal method generally are greater on the operative level, while subjective judgements often turn out to be the best method on the strategic level.

4. Experimental design

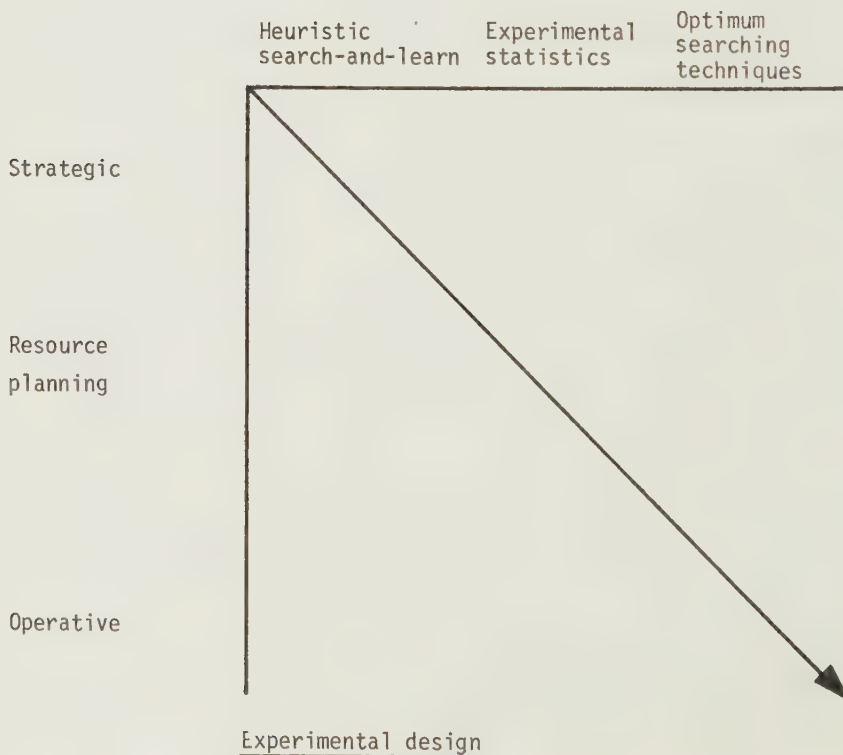
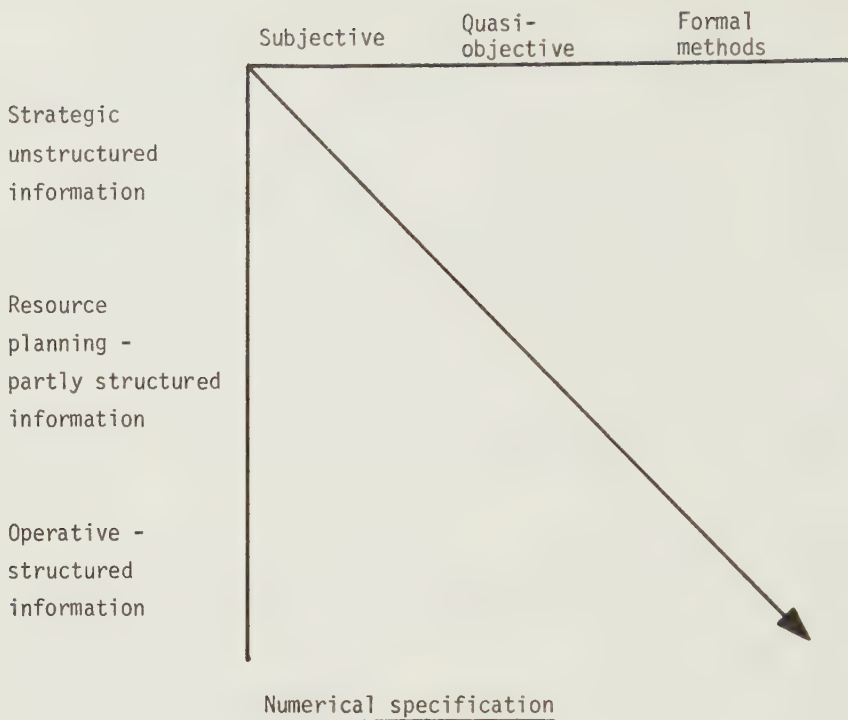
By an analysis of the prerequisites for experimental design on different planning levels the applicability of different approaches are illustrated by a table. The arrow indicates that the possibilities for utilizing optimum searching techniques are greatest on the operative level, while heuristic methods may be the best way on the strategic level.

5. Validation

Validation of a planning model is based on its functions in the planning system. Thus, the "position" of the model in the planning system must be defined.

Shall it be used exploratively on a strategic level?

Shall it be used for different consequence calculations on a resource



planning level?

Shall it be used to optimize frequently recurring decisions?

The functions of the model in the planning system are related to different structural conditions. The central thing is therefore how different structural properties of the system are represented in the model.

Validation is seen as a parallel process to definition of model structure, numerical specification and experimental design leading to the derivation of solutions. For each step different validation criteria were formulated.

In this chapter, a conceptual model has been suggested, showing different techniques for the solution of methodological problems in connection with the simulation being related to prerequisites for planning. The model may be summarized in clauses as below:

- 1) The conditions for using a certain approach must be stated explicitly in relation to planning subject, information system and planning object.
- 2) A descriptive model is required, making it possible to identify different methodological problems from the approach chosen up to the interpretation of the solution.
- 3) For the descriptive model different techniques and/or characteristics must be stated for each class of methodological problems.
- 4) It must be possible to state applicable techniques from the frame of reference for different planning situations and the descriptive model for different methodological problems.

Chapter 7. A DESCRIPTION AND ANALYSIS OF SIMULATION MODELS AT DIFFERENT PLANNING LEVELS

In this chapter the suggested frame of reference is used with a descriptive purpose. For each planning level a number of potential applications of simulation are given.

For each planning level studies exemplifying the various areas of

application are described. Each study is described in the following dimensions: purpose, background, description of the studied system, the use of simulation and general comments. In the next step the solution of the methodological problems in each study is examined. The method function described in chapter 6 is used to show the strategy adopted from the formulation of the model to the interpretation and validation of the solution. In the following step the models on each level are discussed in relation to criteria based on usefulness in a planning system. The chapter ends with a more general interpretation of simulation models as components in a planning system.

Chapter 8. CONCLUSIONS

In this chapter the conclusions that can be drawn from the study are compared with the research objectives in chapter 1. Furthermore, the conclusions are compared with the existing body of knowledge and the needs and areas for future research are indicated.

Appendix 1. PLANNING OF A SUBSYSTEM - AN EMPIRICAL STUDY

In a case study a part of the total planning system of an organization was penetrated.

In the description of the system different parts of the system studied were characterized. In accordance with the suggested frame of reference, different parts of operating and planning systems were identified and different environmental relations were stated.

From this description the boundaries of the subsystem studied - inventory planning - could be formulated and the relations between this subsystem and other parts of the planning system could be established. The description of the operating system, the planning system and environmental relations thus gave the prerequisites for an analysis of the subsystem inventory planning.

In this subsystem different planning processes were identified. These could be defined by various "structural characteristics" corresponding to the earlier suggested description of the planning system. A description could be made of how the different parts of the processes were organized and which criteria the planning subjects used. It appeared from the description that each process was comparatively autonomous, as the criteria and thumb-rules used could not be related to other parts of the system. Further, a framework for understanding the planning system was lacking. Actual integration between the different parts of the inventory planning system did not occur and nor did a horizontal integration between planning processes in the studied subsystem and other parts of the organization to any considerable extent.

A first step towards integration is a consciousness of how the functions of the different parts are related to the total planning system. The description of the inventory planning system gives a general idea of the different processes and indicates its functions in the planning system. Thus, the localization of warehouses aims at a delivery capacity, where the efficiency of the depots is measured by a calculation of costs in relation to turnover. On the resource planning level the use of resources is governed by collection and delivery-time decisions. On the operative level it is decided, by different thumb-rules, how to make the current decisions on the distribution of goods.

If, on the other hand, the functions of the different parts are defined starting from the organization as a whole, an analysis of the inventory planning as a part of a larger planning system is made possible. On the strategic level, the planning of depots should be made in accordance with the strategy of the company in order to meet the environment's needs for deliveries, and by warehouse localization the structure, within which other parts of the inventory planning will act, is determined. On the resource planning level the evaluation which, over certain time periods, defines the structure of the operative activities is required. On the operative level a coordination of the current activities must be planned.

It can thus be established, that the different decisions lead to a gradual limitation of fields of action.

This is used in the formulation of a conceptual model of the inventory planning system. In this model operational criteria for each part of the system as well as the relations between the different parts are stated. The suggested model shows the possibility of considering the design of different processes by relating them to each other within the model.

Thus, this model shows the interdependency between different parts of the system studied and emphasizes the need for consonance between different parts of the system.

In connection with different model formulations, the possibilities of using theories for inventory control at systems for planning different processes were mentioned. For the implementation thereof different prerequisites were given and the problems at the choice of planning system were described by comparing different planning systems.

The above summarizes the study as an example of the frame of reference by identification, description and analysis of the planning processes in a given subsystem.

Appendix 2. FORMULATION OF A SIMULATION MODEL

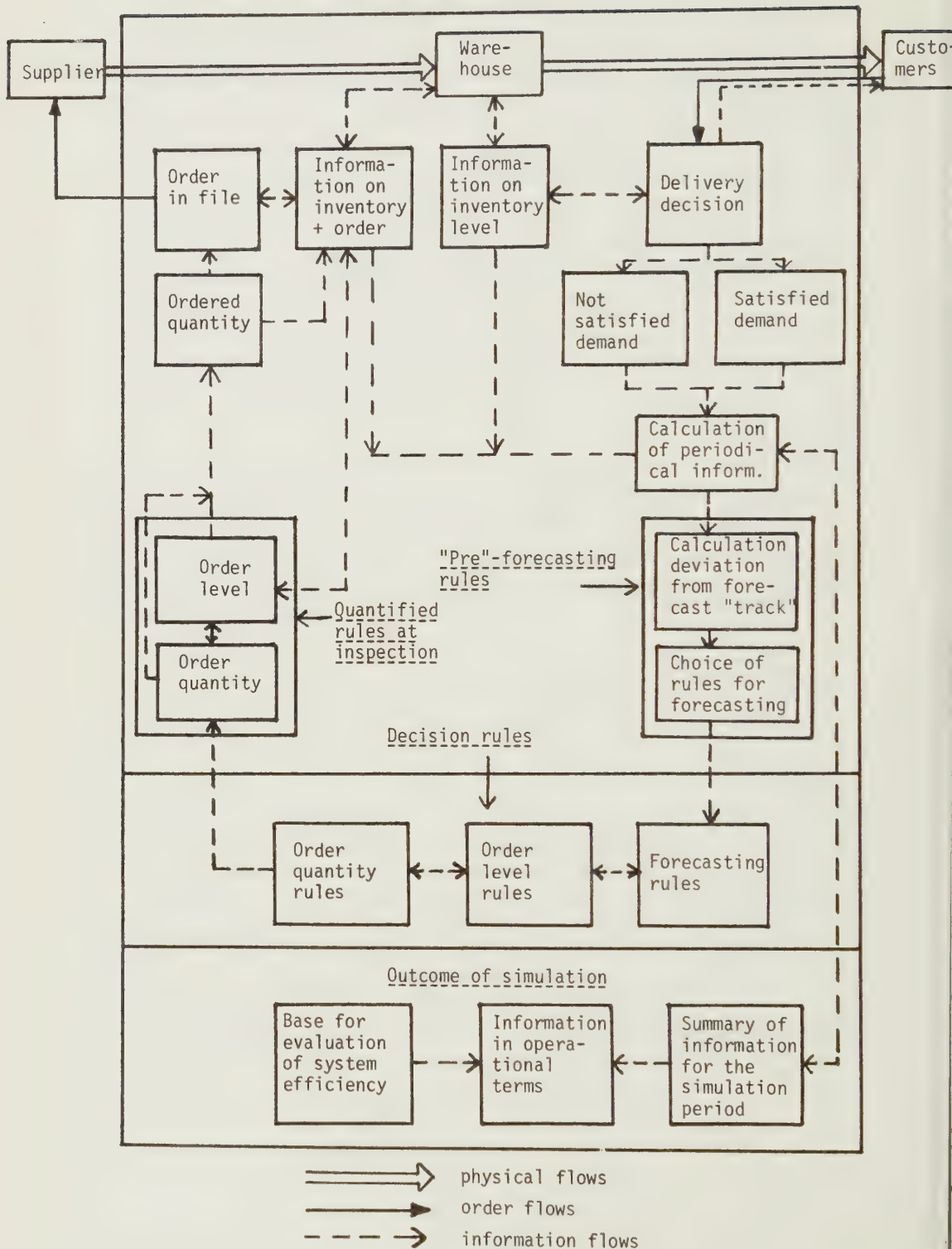
In connection with the empirical study a simulation model was formulated. The model contains rules for forecasting, forecasting control and ordering.

The following page shows a scheme of the model structure.

For testing purposes different combinations of forecasting models, inventory models and period lengths were tried.

In connection with the interpretation of the results alternative approaches to further development of the model were discussed.

SCHEME OF THE SIMULATION MODEL



APPENDIX 1. PLANERING AV ETT DELSYSTEM - EN EMPIRISK STUDIE

A.1 STUDIENS UTGANGSPUNKTER

A.2 BESKRIVNINGAR AV DET STUDERADE SYSTEMET

A.3 ANALYS AV ETT DELSYSTEM

A.4 RELATIONER MELLAN PLANERINGSPROCESSER - EN KONCEPTUELL MODELL

A.5 OM MODELLSTRUKTURER OCH MODELLFÖRUTSÄTTNINGAR

A.6 DEN EMPIRISKA STUDIEN - ETT EXEMPEL PÅ TOLKNING AV ETT PLANERINGSSYSTEM

I detta kapitel avser vi att *exemplifiera* hur *identifikation*, *bekrivning* och *analys* av planeringsprocesser i ett företags delsystem kan göras utifrån den tidigare givna referensramen om planering.

A.1 STUDIENS UTGANGSPUNKTER

A.1.1 Förutsättningar, objekt och arbetsformer

Det system som studeras är en avdelning i ett större företag, där avdelningen tillverkar och marknadsför nödvändiga delar av producent- och konsumentkapitalvaror. Dessa produkter säljs såväl direkt till producenterna av kapitalvaran som till konsumenter via fristående distributörer. Avdelningens omsättning av produkter är cirka 100 mkr per år, varav mer än hälften går till konsumentmarknaden.

Ett preliminärt syfte med studien var: "Att undersöka möjligheter till en effektivare planering av beslutsfattande för styrning av produktion och lager samt ange hur denna planering kan utformas." Med effektivare avses här en ur vinstsynpunkt lönsammare planering. Det här redovisade materialet behandlar i huvudsak planering av lager för färdiga produkter.

Arbetet bedrevs i ett projekt där jag hade förmånen att bedriva samarbete med två kolleger¹⁾ från Företagsekonomiska institutionen, Lunds Universitet. Kontakterna med företaget sträckte sig över två år²⁾ och bedrevs först mer informellt och sedan i nära samarbete med produktgruppansvariga. Som handledare för tre uppsatslag studenter kunde jag utnyttja material från undersökningar som gjordes i syfte att beskriva företagets miljö.³⁾ Även i övrigt har studenters uppsatsarbeten kunnat utnyttjas i projektet.⁴⁾ Genom företagets medverkan har också kontakter hållits med representanter för datamaskinsleverantörer.

Det redovisade materialet är alltså en produkt såväl av gruppens gemensamma undersökningar som av egna resultat. Framförallt har material från gruppens arbete redovisats i den övergripande systembeskrivningen. I senare avsnitt har jag även med hänvisningar kortfattat redovisat modeller, som formulerats av andra projektmedlemmar för att exemplifiera hur olika planeringsprocesser kan utformas. För framställningen i detta kapitel, liksom för de slutsatser som dras, är jag naturligtvis själv ansvarig. Den modell som redovisas i appendix 2 har formulerats i anslutning till ett av de planeringsproblem som behandlas i detta kapitel.

1) *Christer Anderberg (CA)* och *Kaj Andersson-Rosling (KA-R)*, som redovisar sina forskningsresultat inom produktions- och lagerområdet i kommande avhandlingar.

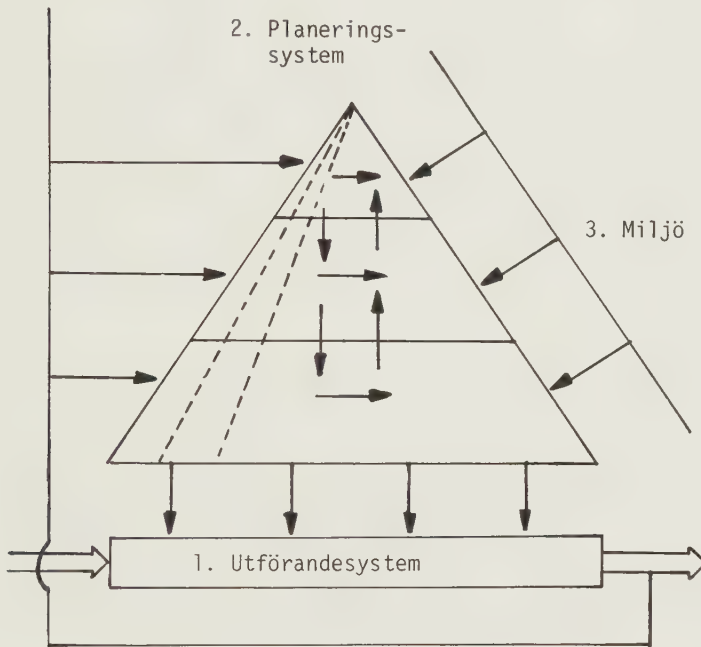
2) En tidigare redovisning av materialet gjordes i *Arwid*, 1971, kap. 6.

3) De tre uppsatserna behandlade: 1) En systembeskrivning av branscher med särskild tonvikt på värderingar hos återförsäljare och konsumenter, 2) Prognos över distributionskanalernas utveckling och 3) En strukturering av konsekvenser vid alternativa val av distributörer.

4) Uppsatser som handletts av kolleger har bl a behandlat prognostisering av efterfråga, analys av standardprogram hos datamaskinsleverantörer och bestämning av bristkostnader.

A.1.2 Den empiriska studien och den givna referensramen om planering

I. Samband mellan olika delar i den strukturella beskrivningen av planeringssystemet redovisades i avsnitt 4.3.1. En något modifierad bild av denna visar utgångspunkterna för en övergripande beskrivning av det studerade systemet (A.2).



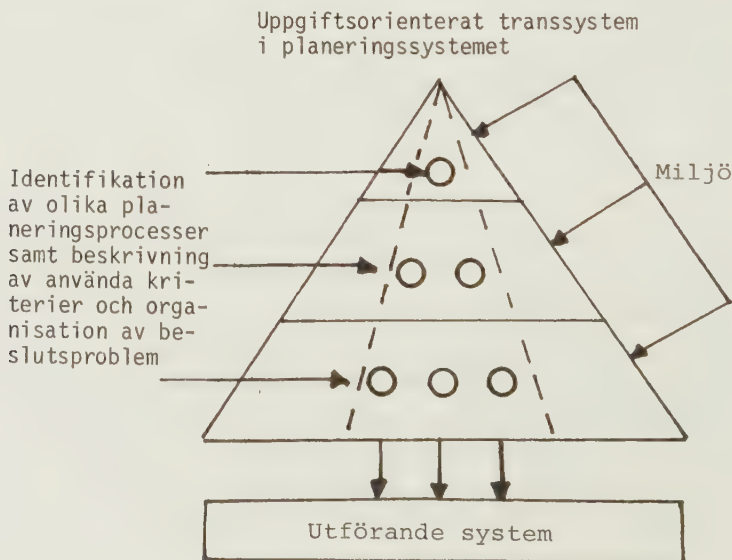
1. I den övergripande systembeskrivningen söktes de viktigaste delprocesserna i utförandesystemet att identifieras, då organisationen av dessa var ett av de direkta syftena vid planeringen.
2. Planeringssystemet kan delas upp dels i olika nivåer enligt den strukturella indelningen och dels i uppgiftsorienterade system av typ försäljning och tillverkning. Således kan integration ske såväl vertikalt som horisontellt. I den övergripande systembeskrivningen centrerades intresset till den samordning av planeringen som dels kan innebära att planering på olika nivåer söks samordnas (t ex lång- och kortsiktiga planer), dels

att olika uppgiftsorienterade system samordnas.

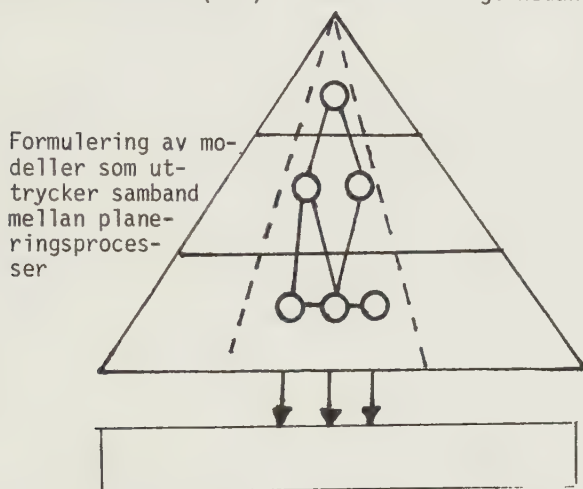
3. Relationerna mellan företaget och miljön kommer till uttryck vid samtliga nivåer i planeringssystemet. I denna övergripande beskrivning har i första hand angetts de relationer som direkt påverkat planeringen av den fysiska lagerhållningen och distributionen.

I denna studie har den övergripande beskrivningen på olika sätt blivit föremål för tolkning och komplettering. Så har t ex delar av beskrivningen av produktionsflödet och den kortsiktiga produktionsplaneringen, endast relevans för planering av produktionsprocesser, medan olika värderelationer i den omgivande miljön senare bedömts som väsentliga för planering av lager för färdiga produkter.

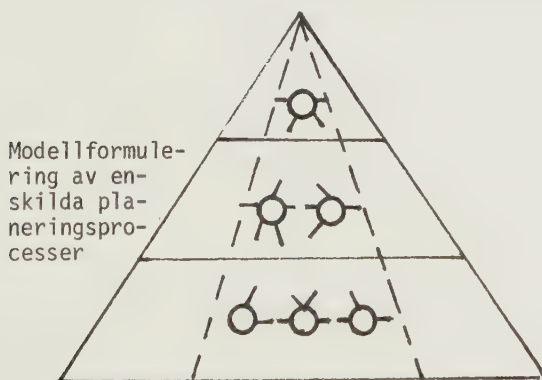
- II. Vid en övergripande systembeskrivning kan en detaljbild av planeringsprocesser inom ett uppgiftsorienterat system göras mot bakgrund av att relationer till omgivande system och dess miljö är kända. Väsentligast vid denna beskrivning är således att identifiera olika planeringsprocesser och att identifiera de kriterier som används vid beslutsfattande samt att visa hur dessa beslutsprocesser är organiserade. Översiktligt kan en sådan beskrivning av planeringssystemet illustreras med följande figur.



III. Utifrån föregående beskrivning kan modeller formuleras över samband mellan olika planeringsprocesser och hur dessa är relaterade till övriga planeringsprocesser i det planerade systemet. Översiktligt kan denna del av studien (A.4) illustreras enligt nedan:



IV. Då förutsättningarna för respektive planeringsprocess är utredda, kan modellformuleringar göras för enskilda delar av det studerade systemet. En översikt av sådana modeller och förutsättningar för planering av olika delprocesser görs i den därpå följande delen (A.5).



V. Denna studie har således varit av "case"-karaktär där endast ett enskilt uppgiftsorienterat delsystem av det totala planeringssystemet analyserats i detalj. Slutsatserna av detta "case" sammanfattas i den avslutande delen (6.6) och där behandlas också det studerade planeringssystemet ur funktionell synvinkel.

A.2 BESKRIVNINGAR AV DET STUDERADE SYSTEMET

Vad som eftersträvas här är den bild utifrån vilken interdependensen mellan olika planeringsprocesser kan analyseras.

Således görs i detta avsnitt övergripande beskrivningar av det studerade systemet i syfte att kartlägga relationer mellan delarna i detta. Avsnittet inleds med en beskrivning av det fysiska flödet sedan beskrivs olika samordnande planeringsprocesser och därefter olika relationer mellan systemet och dess miljö. Beskrivningarna centreras i huvudsak till de delar av systemet som kan påverka produktions- och lagerplaneringen. Avsnittet avslutas med en övergripande beskrivning av det studerade systemet.

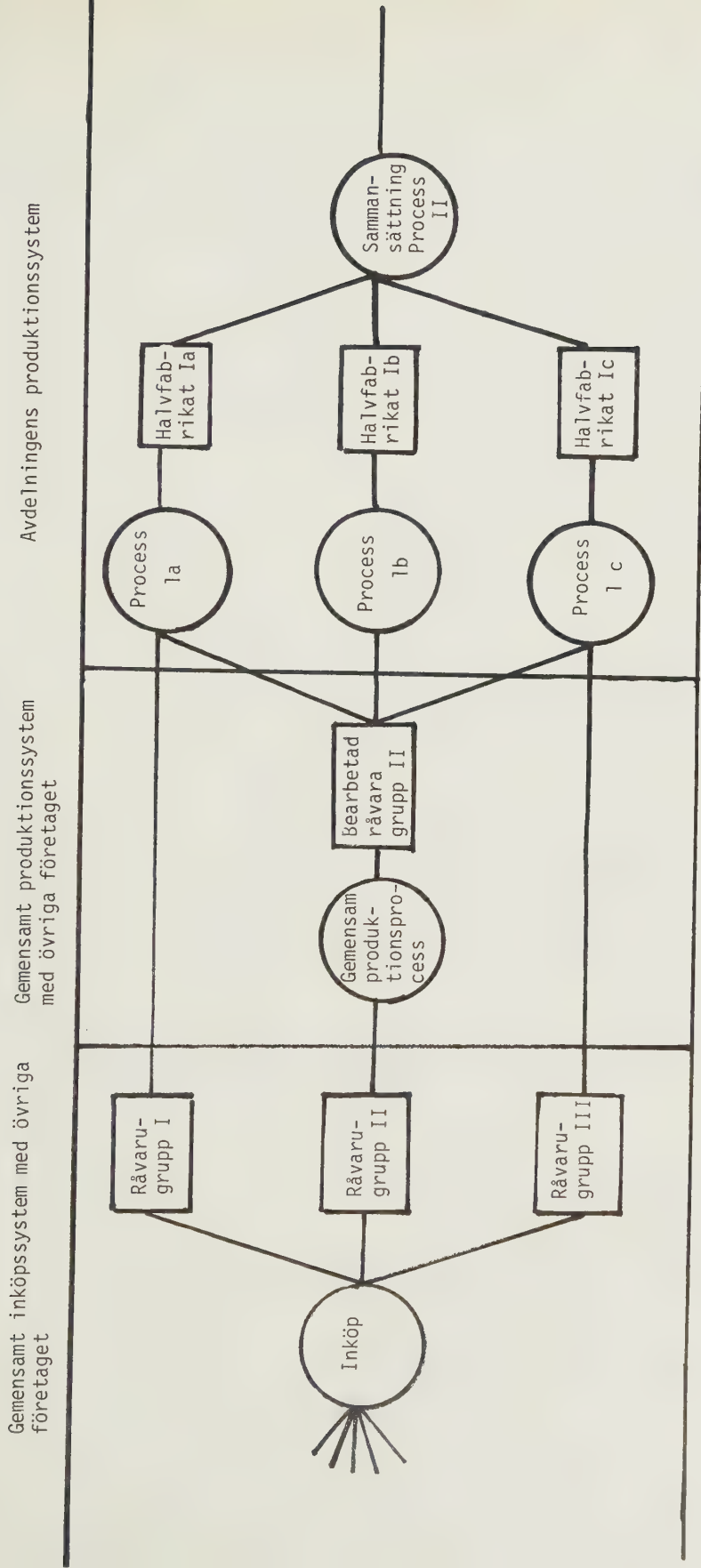
A.2.1 Beskrivning av det fysiska flödet

I figurerna på följande sidor har en schematisering av det fysiska flödet gjorts på hög beskrivningsnivå. I denna kan vi följa det fysiska flödet från inköp till konsument. Härvid anges  som transformation och  som flödestillstånd efter transformation. Figurerna är uppdelade i sex huvuddelar nämligen; gemensamt inköpssystem med övriga företaget, gemensamt produktionssystem med övriga företaget, avdelningens produktionssystem, avdelningens fysiska distributionssystem, återförsäljarnas fysiska distributionssystem för varugruppen samt konsumenter grupperade efter distributörer. Det fysiska flödet passerar genom dessa delsystem och för de olika delsystemen gäller olika typer av fysiska karakteristika. I de följande delavsnitten ska kortfattat redogöras för karakteristika kring det fysiska flödet.

A.2.1.1 Delsystem gemensamma med övriga företaget

Företaget arbetar med en gemensam inköpsavdelning. Inga restriktioner föreligger i fråga om råvaror. Inköpssystemet fungerar normalt med långa prognostider för planerad produktion.

Vid den gemensamma produktionsprocessen sker en omvandling av råvarorna till de materialkvaliteter som beställts från avdelningen.

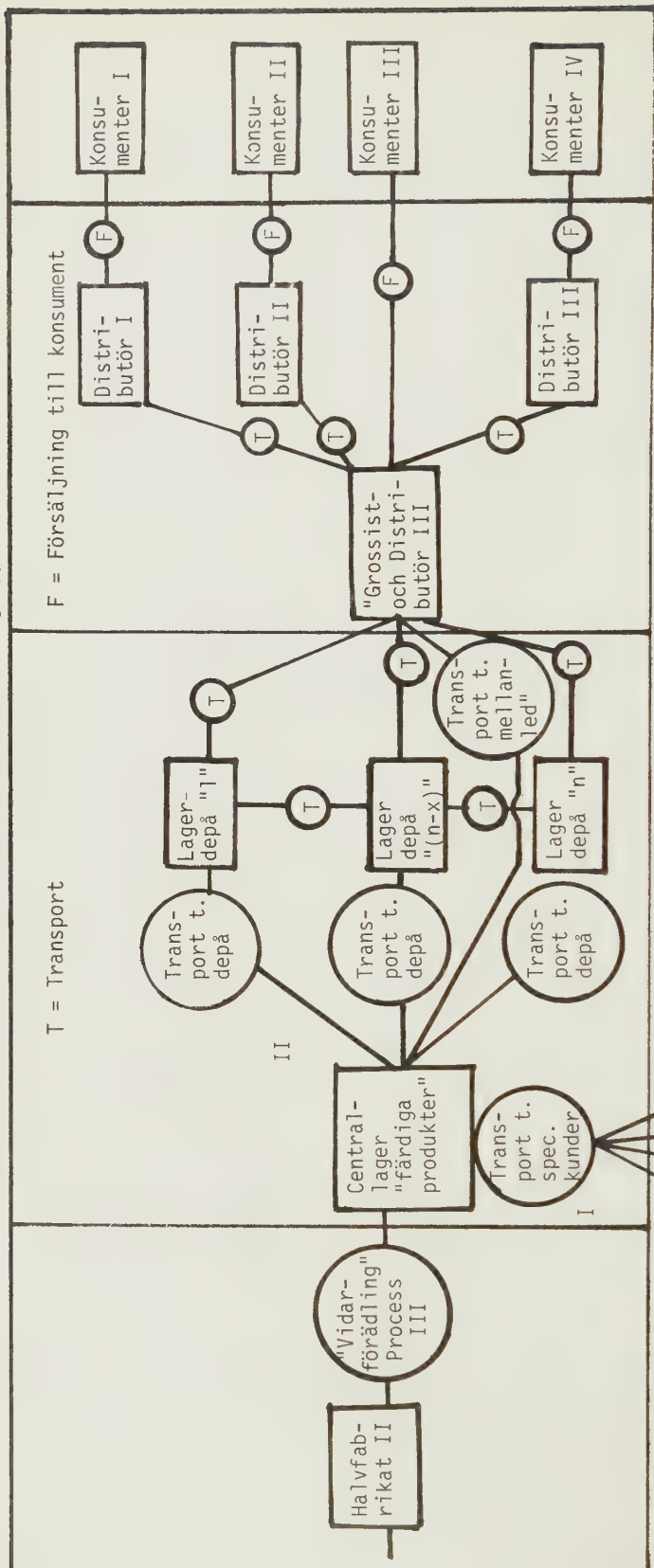


Figur A:1 a. Materialflödet från inköp till konsument.

Aterförsäljarnas fysiska distributionssystem grupperade efter konsumenter

Avdelningen för fysiska distributionssystem

Aterförsäljarnas fysiska distributionssystem grupperade efter konsumenter



Figur A:1 b. Materialflödet från inköp till konsument.

Denna process är kapitalkrävande och ett jämnt kapacitetsutnyttjande eftersträvas. Processen består av minst två delprocesser. På kort sikt utgör ingen av de två gemensamma huvudprocesserna begränsningar för avdelningen men en jämn totalkvantitet per tidsperiod över året måste produceras i den studerade avdelningen.

A.2.1.2 Avdelningens produktionssystem

I den översiktliga materialflödesbeskrivningen görs en beskrivning av processerna i tre huvudsteg.⁵⁾

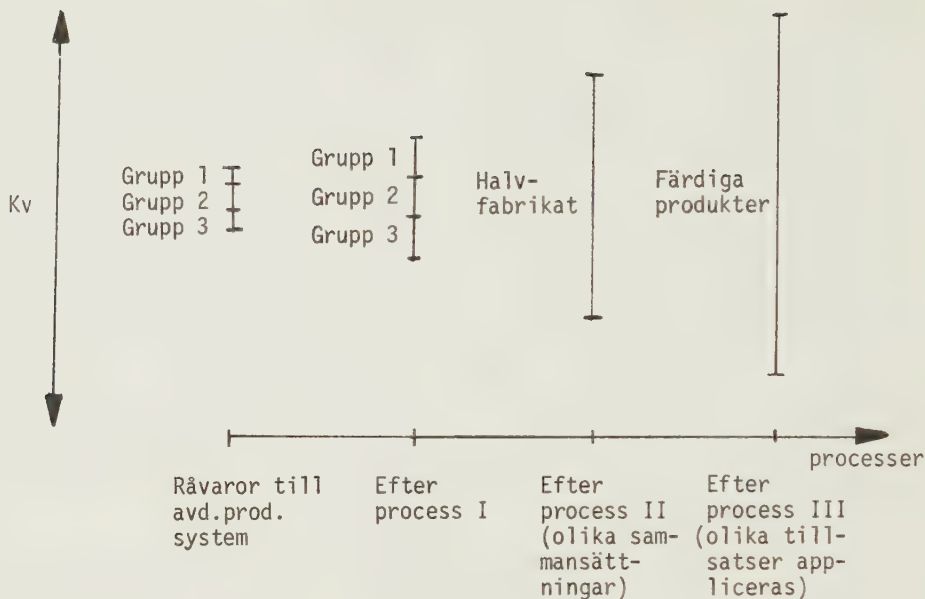
Processerna Ia, Ib, Ic är vardera schematiseringar av ett större antal delprocesser (4,5,5) För vardera processen gäller relativt sett att produktionsomställningskostnaderna är låga vid tillverkning av olika halvfabrikat och inga kapacitetsrestriktioner föreligger.

Vid process två sker en "sammansättning" av process I:s olika delar. Detta delsystem i produktionen har en maskinpark där endast vissa maskiner kan producera ett visst halvfabrikat. Beroendeförhållandet produkt - maskin kan således beskrivas i matrisform.

Även för process tre gäller att beroendeförhållandet mellan produkt - maskin kan beskrivas i matrisform, då till "grundmaskinerna" vissa "tillsatser" appliceras, där korrespondens måste finnas mellan å ena sidan "tillsats" och grundmaskin och å andra sidan halvfabrikat från process II.

De ovan beskrivna processerna innebär att antalet olika produkter ökar för varje processteg. Detta kan översiktligt beskrivas grafiskt enligt följande:

5) Beskrivningen av avdelningens produktionssystem är en sammanfattning av gruppens studier, som mer utförligt redovisats i en arbetsrapport av *Anderberg*.



Figur A:2. Översiktsbild över ökning av antalet produkter.

På grund av de olika typer produktionsomställningskostnader som finns för de olika delprocesserna bedrivs tillverkningen i serieform. Färdigvarulagret påfylls alltså med olika stora serier av färdiga produktvarianter. Endast för vissa specifika varianter sker en kontinuerlig tillverkning. För övriga varianter sker en avvägning mellan uppsättningssärkostnader och lagersärkostnader.

A.2.1.3 Avdelningens fysiska distributionssystem

De olika serierna av produktvarianterna transporteras direkt till ett centrallager (CL). Från detta flödesläge kan vi urskilja två principiellt åtskilda flöden:

- I. Flöden till speciella kunder direkt från CL. Dessa huvudgrupper, som bl a innefattar nyproduktion och export, betraktas som fristående till den andra kundgruppen.

Denna process är kapitalkrävande och ett jämnt kapacitetsutnyttjande eftersträvas. Processen består av minst två delprocesser. På kort sikt utgör ingen av de två gemensamma huvudprocesserna begränsningar för avdelningen men en jämn totalkvantitet per tidsperiod över året måste produceras i den studerade avdelningen.

A.2.1.2 Avdelningens produktionssystem

I den översiktliga materialflödesbeskrivningen görs en beskrivning av processerna i tre huvudsteg.⁵⁾

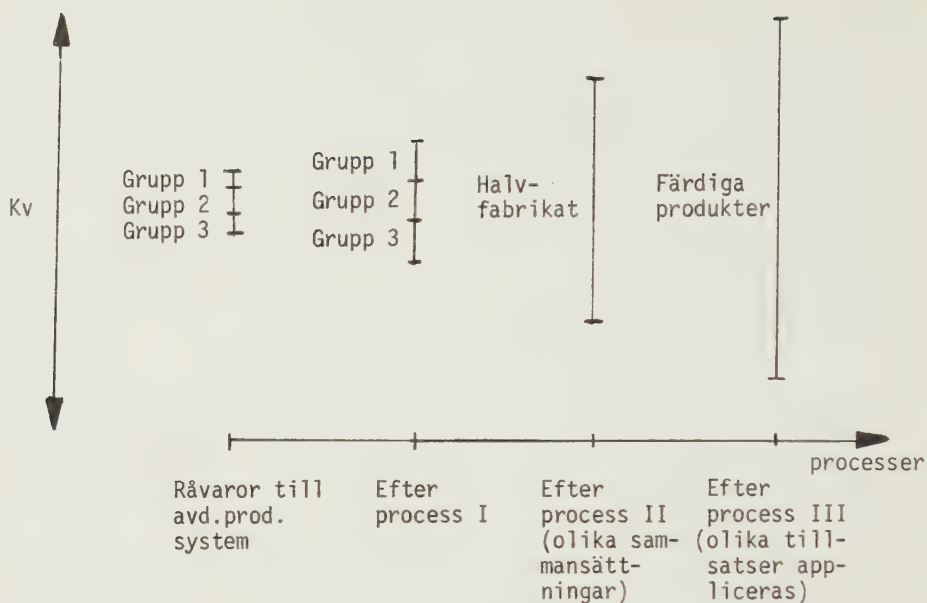
Processerna Ia, Ib, Ic är vardera schematiseringar av ett större antal delprocesser (4,5,5) För vardera processen gäller relativt sett att produktionsomställningskostnaderna är låga vid tillverkning av olika halvfabrikat och inga kapacitetsrestriktioner föreligger.

Vid process två sker en "sammansättning" av process I:s olika delar. Detta delsystem i produktionen har en maskinpark där endast vissa maskiner kan producera ett visst halvfabrikat. Beroendeförhållandet produkt - maskin kan således beskrivas i matrisform.

Även för process tre gäller att beroendeförhållandet mellan produkt - maskin kan beskrivas i matrisform, då till "grundmaskinerna" vissa "tillsatser" appliceras, där korrespondens måste finnas mellan å ena sidan "tillsats" och grundmaskin och å andra sidan halvfabrikat från process II.

De ovan beskrivna processerna innebär att antalet olika produkter ökar för varje processteg. Detta kan översiktligt beskrivas grafiskt enligt följande:

5) Beskrivningen av avdelningens produktionssystem är en sammanfattning av gruppens studier, som mer utförligt redovisats i en arbetsrapport av *Anderberg*.



Figur A:2. Översiktsbild över ökning av antalet produkter.

På grund av de olika typer produktionsomställningskostnader som finns för de olika delprocesserna bedrivs tillverkningen i serieform. Färdigvarulagret påfylls alltså med olika stora serier av färdiga produktvarianter. Endast för vissa specifika varianter sker en kontinuerlig tillverkning. För övriga varianter sker en avvägning mellan uppsättningssärkostnader och lagersärkostnader.

A.2.1.3 Avdelningens fysiska distributionssystem

De olika serierna av produktvarianterna transporteras direkt till ett centrallager (CL). Från detta flödesläge kan vi urskilja två principiellt åtskilda flöden:

- I. Flöden till speciella kunder direkt från CL. Dessa huvudgrupper, som bl a innefattar nyproduktion och export, betraktas som fristående till den andra kundgruppen.

II. Flöden som går till en skandinavisk återförsäljningsmarknad och där produkterna marknadsförs till en marknad, där den enskilde konsumenten är beslutsfattare. För detta sistnämnda flöde gäller att varorna transporteras över ett antal olika lagerdepåer eller vid speciellt stora order, direkt till distributörer. Transporterna till de olika lagerdepåerna sker intervallvis och transporter mellan dessa kan även förekomma. Från lagerdepåerna transporteras varorna antingen efter order från besökande representanter eller efter telefonbeställning från distributörer.

A.2.1.4 Materialflödet utanför avdelningens direkta kontrollsystem

Avdelningens produkter går till en viss kategori distributörer. Dessa har en grossistfunktion till tre andra typer av distributörer. Vidare har de egen direktförsäljning till konsumenter. Konsumentgrupperna kan därför indelas efter kundens val av distributör.

A.2.2 Informationsflöden och informationsrelationer

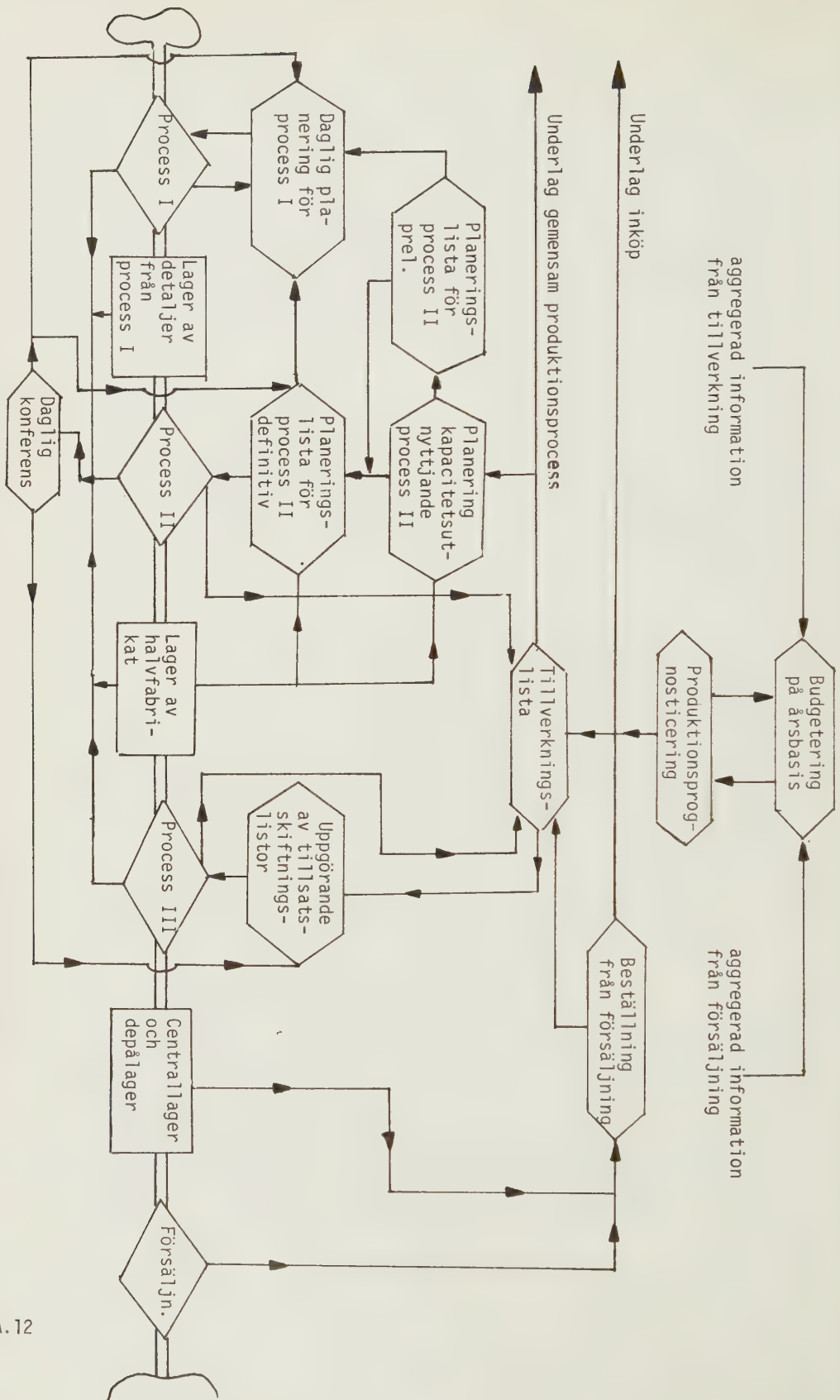
A.2.2.1 Cykliskt samordnande planering

Avdelningens cykliskt samordnande planering beskrivs i figuren på nästa sida. I denna motsvaras informationsflödena av enkla heldragna linjer och det fysiska flödet av dubbla heldragna linjer. Nedan ska kortfattat redogöras för huvuddragen i figuren.⁶⁾

A. På årsbasis budgeteras avdelningens verksamhet en gång per år. Informationsprecedenter till denna är olika typer av aggregerad information från försäljning och tillverkning.

Budgeten är i sin tur informationsprecedent till en tillverkningsplan (produktionsprognos) uppdelad över året, där en grov bestämning av produktionsmängder av olika produktklasser görs över olika delperioder. Denna utmynnar vidare i att cirka 80 % av kapacitetsutnyttjandet för varje period preliminärt inplaneras. Viktiga informationsprecedenter till produktionsprognoser är information om kapaciteter i process II och III. Vid produktionsprognosticeringen bestäms också årets inves-

6) En utförligare beskrivning har gjorts i en arbetsrapport av
Andersson-Rosling.



Figur A:3. Cykliskt samordnande planering

teringar i maskinparken. Således bestäms avdelningens slutliga budget först efter det att en produktionsprognos gjorts.

B. På månadsbasis sker vid en viss tidpunkt före varje fyraveckorsperiod en beställning från försäljningen. Informationsprecedenter för denna tillverkningsplanering är: Korttidsprognostisering av försäljning, information om lagerställningar och produktionsprognos. Denna beställning går till tillverkningsplanering och en undersökning görs av möjligheterna att uppfylla beställningen. Tidslistor för kapacitetsutnyttjande av enskilda maskiner i de olika tillverkningsprocesserna utnyttjas vid denna planering. Den så gjorda tillverkningsplanen remitteras till beställarna från försäljning. Denna process upprepas till dess att ett för båda planeringsparter acceptabelt resultat nås. Parallellt med beställningen från försäljning för kommande fyraveckorsperiod ges till inköpsavdelningen ett motsvarande underlag för den därpå följande fyraveckorsperioden. Output från tillverkningsplaneringen för den närmaste fyraveckorsperioden, utgör ett motsvarande informationsunderlag för planeringen av den gemensamma produktionsprocessen.

C. Tillverkningsplanen är preciserad på ett sådant sätt att beläggnings-schema med förväntat output har gjorts upp för process II liksom motsvarande listor för byte av tillsatser för process III, där tillverkningsplan och aktuell information från process II och mellanlager är informationsprecedenter.

D. Denna sistnämnda plan bildar en informationsrelation till daglig planering, där aktuell information från samtliga tillverkningsprocesser bearbetas för beslut om den dagliga driften.

E. *Sammanfattningsvis* kan alltså konstateras att den samordnande cykliska planeringen mellan produktion och försäljning sker dels på årsbasis och dels på månadsbasis. Störningar i försäljningen för kortare tid än en månad kan icke inplaneras i produktionen. Informationsprecedenter för försäljningens beställningar är korttidsprognoser av till stor del intuitiv karaktär och information om lagersaldo. Något explicit samband med lagerregler finns ej.

A.2.2.2 Icke cykliskt samordnande planering

Den regelbundenhet som möjliggör systematiseringen av informationsflöden till en sammanfattande figur, finns inte i detta fallet, utan planeringen sker när problem uppmärksammas och när olika idéer ska överföras till handling. En enkel systematisering är att indela planeringen efter problemen åden.

<u>Produktion</u>	<u>Marknad</u>	<u>Organisation</u>
Fabrikskapaciteter	Långsiktiga marknadsbeslut: typ av distributionskanaler	Innovationsplanering
Maskinparkssammansättning	Pris- och kvalitetsfrågor	Organisationsplanering
Personalrekrytering	Speciella marknadsavtal	Utvecklande av administrativa informations- och planeringssystem

A.2.3 Relationer - marknad och organisation

A.2.3.1 Fysiska marknadsbeskrivningar

Konkurrenterna i marknaden består av ett fåtal svenska tillverkare och ett tjugotal utländska. Dessa företag kan grupperas med angivande av storleksförhållanden på olika marknader och på olika återförsäljargrupper. Vidare kan de på den viktigaste marknaden för organisationen - den skandinaviska ersättningsmarknaden - indelas i olika huvudgrupper med angivande av respektive marknadsandel. Sådana relativt enkla systembeskrivningar gör det möjligt att följa de olika konkurrenternas produkters väg genom återförsäljarmarknad till konsumenter och de viktigaste konkurrenterna på respektive delmarknad kan därvid urskiljas.

Viktig information för det fysiska distributionssystemet är kundernas geografiska andel med angivande av beräknad totalmarknad och organisationens andel därav. Väsentliga uppgifter är vidare kundernas relativa storlek som inköpare.

Mellanledens fysiska struktur med prognos över förväntad framtida utveckling är vidare en viktig informationsprecedent till beslut om lokalisering av fysisk distribution

A.2.3.2 Värderelationer

Vi kan här skilja mellan (1) återförsäljares och konsumenters bedömningar av kvalitativa egenskaper hos produkterna och (2) återförsäljares bedömningar av fabrikanternas organisationella egenskaper, som a) leveransberedskap, b) sortiment, c) behandling vid reklamation, d) betalningssystem respektive priser samt e) återförsäljarstöd respektive säljfrämjande åtgärder. Sådana beskrivningar kan utnyttjas för analyser om överensstämmelse mellan produktdimensioner och miljövärderingar.⁷⁾ I detta sammanhang (produktions- och lagerplanering) har främst vissa bedömningar om organisationella egenskaper relevans. Dessa är mellanledens höga prioritering av fabrikanter med stor leveranssnabbhet och brett sortiment samt vidare priskänslighet hos återförsäljare och konsument.

A.2.4 Sammanfattning - översiktlig systembeskrivning

Vår kartläggning av det studerade systemet har här redovisats med tre typer av systembeskrivningar från olika aspekter. Beskrivningarna har utförts på en hög beskrivningsnivå. Dessa relativt vida systembeskrivningar har emellertid lett till att vi i nästa steg kan göra en problemanknuten systemanalys och modellering av delar av systemet med kunskap om följande egenskaper:

A. Fysiska karakteristika för olika processer. Detta innebär att vi vid förändring av den fysiska strukturen av ett delsystem kan ställa konsekvenserna av detta till systemets övriga processer.

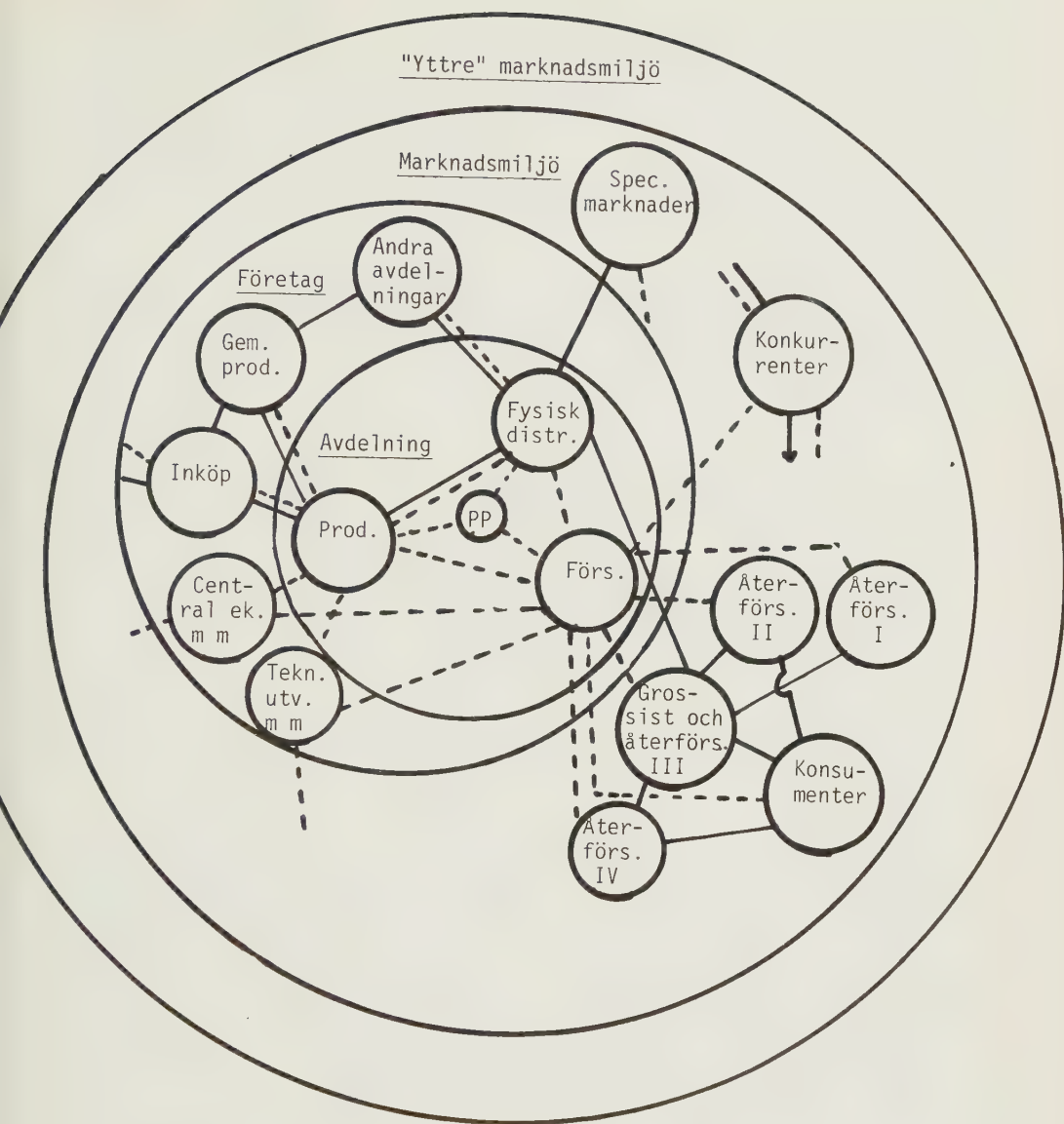
B. Nuvarande planeringssystem. På motsvarande sätt som för punkt A kan vi vid modellering av en viss del av planeringssystemet ställa detta till övriga planeringsprocesser.

C. Marknadsmiljön. För planering av fysisk distribution har såväl olika fysiska marknadsstrukturer som värderelationer relevans. En miljöbeskrivning av marknaden bör medföra en minskning av risken att med

7) Beskrivningen ovan är en sammanfattning av karakteristika som behandlats i *Axelsson & Lindquist* "Systembeskrivning inom ... branschen", Lund, 1970, (stencil).

alltför snäva kriterier suboptimera planering för fysisk distribution. För produktions- och lagerstyrning har vidare marknadsmiljön relevans vid planering av beslut med långsiktiga konsekvenser.

I detta avsnitt har inte någon analys gjorts av delprocesser i planeringen och ej heller har någon indelning i olika planeringsnivåer gjorts. Detta behandlas i följande avsnitt för ett speciellt delsystem. De olika systembeskrivningarna som gjorts kan sammanfattas i följande figur, där enbart komponenter som direkt kan relateras till avdelningen medtagits. Figuren innefattar såväl fysiska flöden som informationsflöden och visar relationerna mellan olika komponenter i avdelning, företag och marknad.



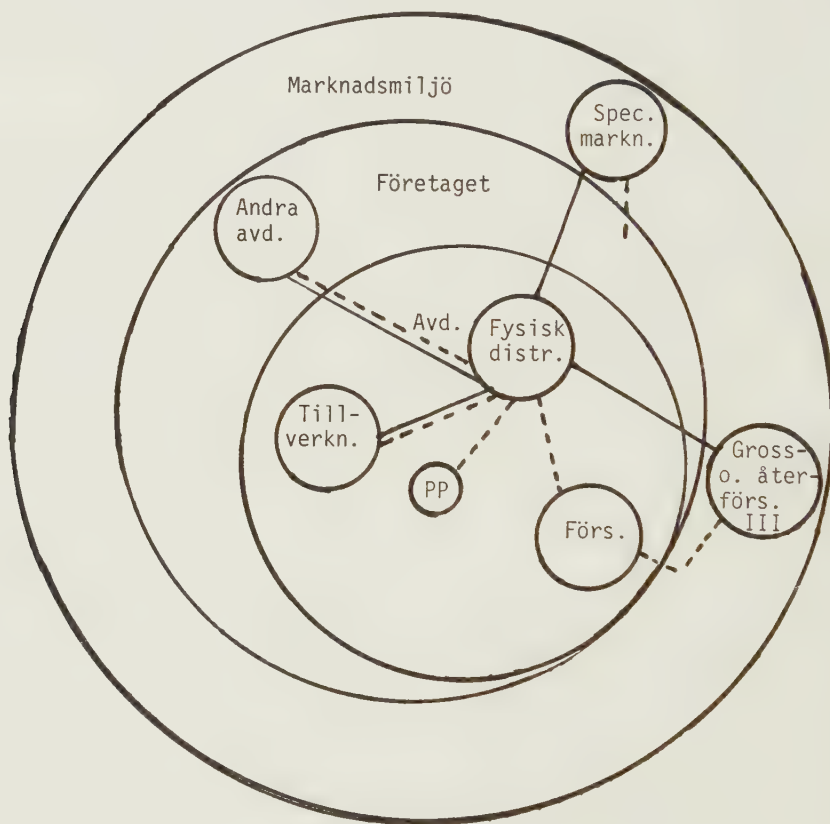
Figur A:4. Sammanfattning - Översiktlig systembeskrivning

A.3. ANALYS AV ETT DELSYSTEM

A.3.1 Relationer med andra delsystem

I detta avsnitt görs en analys av planeringen i ett uppgiftsorienterat delsystem. Det analyserade delsystemet är planering av lager- och fysisk distribution.

Nedanstående figur visar delsystemets direkta relationer till andra delsystem och är en del av föregående mer komplexa figur.



Figur A.5. Relationer mellan delsystemet fysisk distribution och andra delsystem.

I den fortsatta analysen kommer de relationer som har relevans för respektive problemställning att behandlas utförligare.

A.3.2 Styrsystem för fysisk distribution

A.3.2.1 Verbal beskrivning av systemstruktur

Som framgått av den översiktliga systembeskrivningen av det fysiska flödet går de färdiga produkterna till ett centrallager. Till detta går även produkter från andra avdelningar. Inga utrymmesrestriktioner finns i systemet.

Från centrallagret går avdelningens produkter dels till:

A. Speciella marknader. Denna typ av leveranser kan betraktas som ordertillverkning och produktionsplaneringen styrs av kundernas krav på leveransdatum. Denna typ av fysisk distribution kan betraktas som särpräglad och faller utanför övrig planering av fysisk distribution.

B. Skandinavisk återförsäljningsmarknad. För denna typ av distribution har ett system byggts upp för lager och leveranser.

Distribution till återförsäljare sker normalt via ett antal försäljningskontor med lagerdepåer till vilka är knutna ett lager. Dessa är spridda över Sverige och dessutom finns motsvarigheter i de skandinaviska länderna. Ett drygt tiotal sådana "depåer" finns för närvarande och de är dimensionerade för att täcka även övriga produktgrupper från företaget. I vissa fall förekommer ytterligare ett mellanled genom att vissa varor ligger i kommission hos återförsäljare. Kvantiteten lager hos dessa är dock relativt begränsad. Lagersystemet är decentraliserat inom ramen för vissa restriktioner.

1. Speciella "stororder" från kunder levereras direkt från centrallagret.
2. Sortimentet är indelat i vissa huvudkategorier.
Kategori A får lagerföras på samtliga depålager och dessutom i kommission hos återförsäljare.

Kategori B får lagerföras på samtliga depålager.

" C " " " vissa "

" D " endast lagerföras vid centrallager.

För starkt landsdelsanknutna produkter kan undantag från den "vanliga" sortimentsklassificeringen göras. Sortimentsindelningen sker en gång per år.

3. Leveranserna mellan å ena sidan centrallager och å andra sidan försäljningskontor och depåer sker vid vissa bestämda tidsintervall och med bestämda transportmedel. Därutöver kan olika typer av tvärtransporter mellan kontoren och snabbleveranser från centrallagret förekomma. Bestämning av tidsintervall för ordinarie leveranser ökar en gång per år, varvid hänsyn tas till totala produktmängden från företaget.

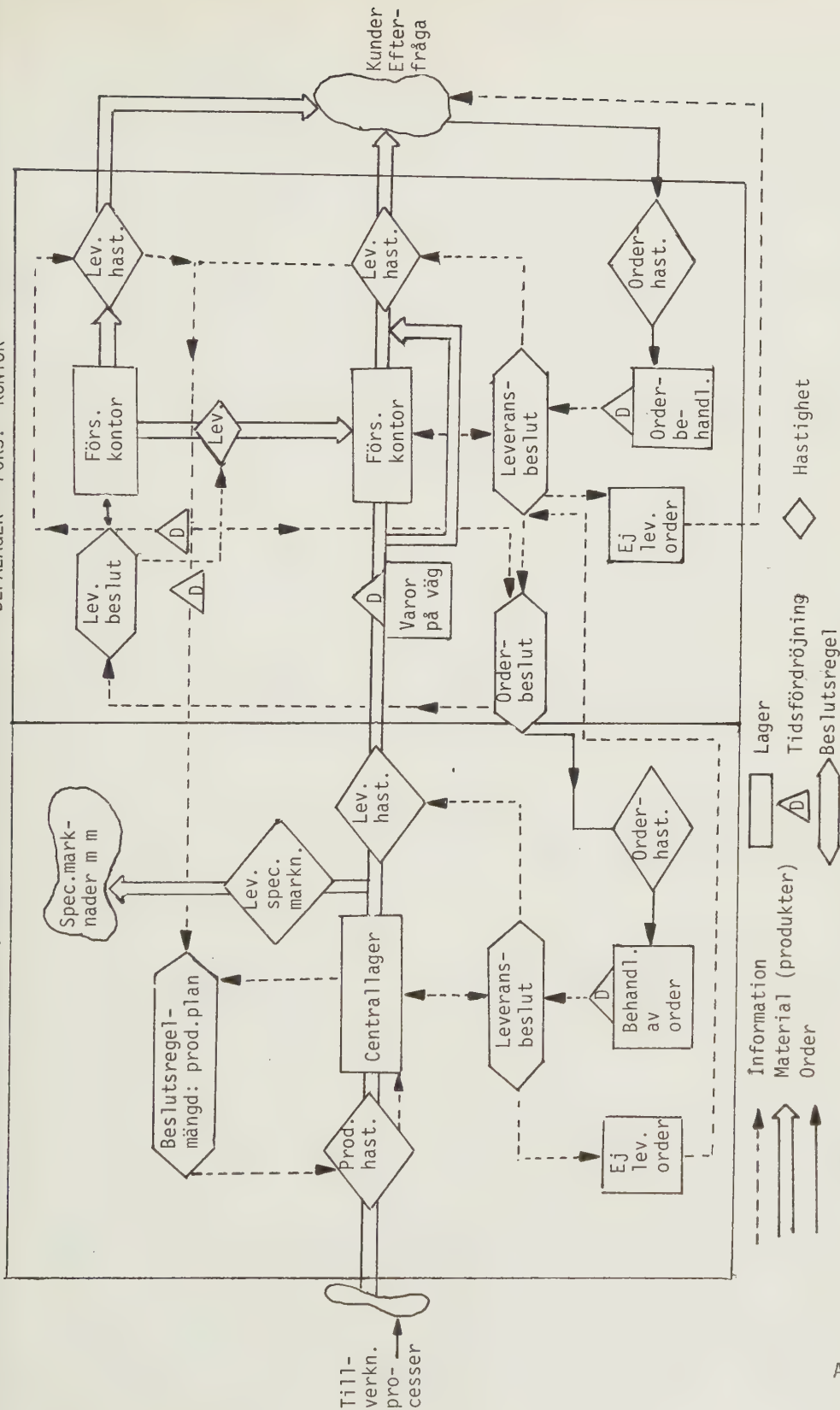
I tabellform kan strukturen för lagerställen beskrivas enligt nedan:

<u>Ort</u>	<u>Tid för leverans</u>	<u>Klassificering resp. produkt</u>
X-stad	antal dagar/alt. veckor	Bokstavs-beteckning

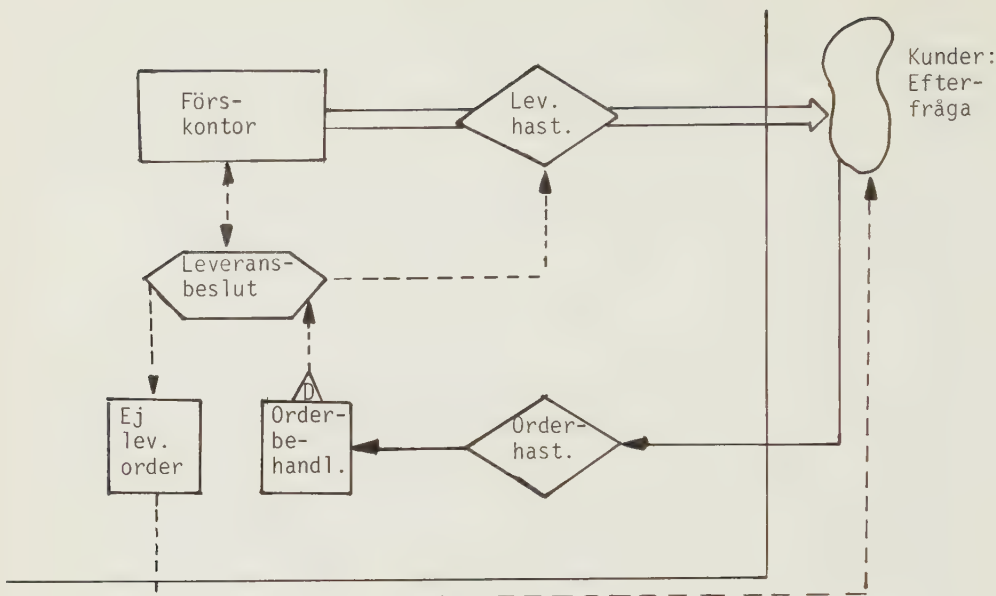
Inom ovan beskrivna struktur sker relativt regelbundet ett antal processer. Dessa kan beskrivas i en flödesplan över systemet.

A.3.2.2 Flödesplan över processerna i lagerstyrssystemet

I flödesplanen på nästa sida har flödena information, material och order relaterats till beslutsregler, lager, tidsfördröjningar och olika hastigheter på flöden. Figuren har ritats med utgångspunkt från ett försäljningskontor som vågrätt ligger mitt i bilden och visar olika vägar för informationsbehandling och leveranser. För förtydligande ska vi dela upp figuren i ett antal segment, som vi separat kortfattat redogör för.

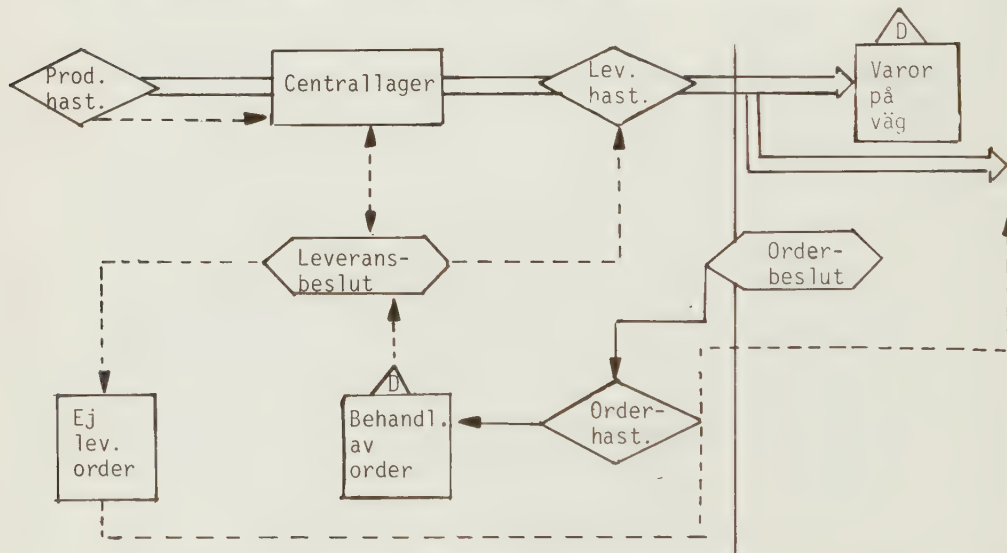


Figur A:6. Lagersystemet.



Figur A:7 a . Leverans från försäljningskontor

Denna figur visar den "normala" behandlingen av order via försäljningskontor. Efter orderbehandling beslutas om leverans ska ske eller icke. Om leverans bestäms tar det en viss tid innan varan når kunden.

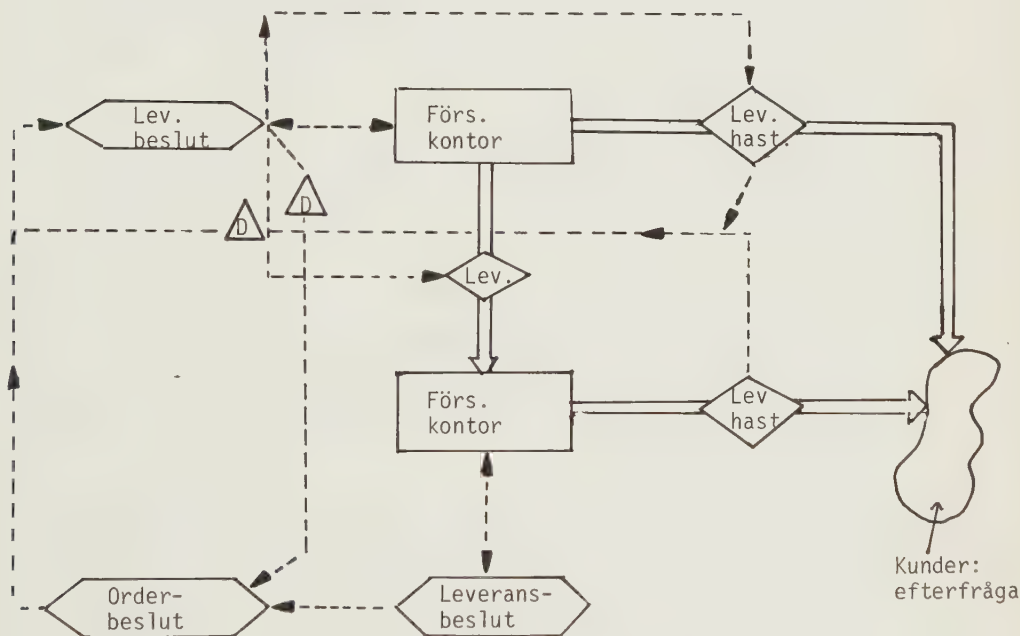


Figur A:7 b. Order från försäljningskontor och leveransbeslut från huvudkontor.

Denna figur visar den normala gången från internleveranser. Från försäljningskontoret ges periodiskt internorder till huvudkontor, vilka

efter behandling beslutar om vilka varor som kan levereras. Vid speciellt stora order kan leveranser gå direkt till kunden.

- C. I de fall där produkterna inte finns på lager på försäljningskontoret kan vissa nödgärder vidtagas.
- C 1. Icke periodiska order kan lämnas till huvudkontoret. Därmed upprepas i princip "loopen" från punkt B.
- C 2. Orderbegäran om tvärleverans till annat försäljningskontor. Detta kan om leveransbeslut accepteras leda antingen till leverans direkt från annat försäljningskontor eller till leverans via beställande försäljningskontor.



Figur A:8. Leverans vid bristsituationer - tvärleverans.

- C 3. I vissa fall kan produktsubstitution förekomma så att kunder kan få varor med högre kvalitet.
- D. Slutligen är information om utlevererade kvantiteter och lagerställningar delar av informationsunderlaget för produktionsplanering.

Flödestekniskt kan vi alltså identifiera olika "looper" i systemet, vilka styrs av olika beslutsregelmängder.

A.3.2.3 Sammanfattning av huvudklasser av planeringsprocesser

Vi kan nu identifiera följande huvudtyper av beslut⁸⁾ för planering av fysisk distribution.

- A. Långsiktiga beslut - Lokalisering av depålager.
- B. Årsvis återkommande beslut - 1. Sortimentsindelning, 2. Leveransintervall.
- C. Regelbundet återkommande kortsiktiga beslut - 1. Leveransbeslut vid försäljningskontor - vari även ingår "onormala" leveransförlopp, 2. "Normala" internorderbeslut till huvudkontor, 3. Leveransbeslut från huvudkontor.

Förutsättningarna för de olika planeringsprocesserna kan i analogi med framställningen i kapitel 4 klassificeras från A till C med:

- 1. Fallande grad av långsiktiga konsekvenser för enskilda beslut.
- 2. Mindre delar av systemet påverkas av enskilda beslut (minskat omfång).
- 3. Fallande aggregationsgrad vid enskilda beslut (lägre beskrivningsnivå).
- 4. Handlingsfriheten för kortsiktiga beslut är kausalt begränsad av de mer långsiktiga. Så är den kortsiktiga lagerplaneringen dels beroende av sortimentsindelning och leveransintervall, dels av lokaliseringssstruktur av lagerdepåer.
- 5. Orsak-verkankunskapen om olika handlingsalternativs konsekvenser är normalt mer osäker vid långsiktiga beslut (lokalisering av depåer) än vid kortsiktiga (t ex beställning och lagerhållning av en enskild produkt).

8) Jfr definitionen av planering i avsnitt 4.1.3, där planering definieras som komplext beslutsfattande mot system av problem.

Således korresponderar förutsättningarna för de olika planeringsprocesserna i detta delsystem med den strukturella indelningen i strategisk resurs- och operativ planering.

I nästa delavsnitt övergår vi till att behandla enskilda beslutsregelmängder för att därefter analysera relationerna mellan dessa.

Följande beslutsregelmängder har lämnats utanför analysen:

1. Leveranser till speciella marknader - I princip ordertillverkning, som ej kan hänföras till ovanstående beslutsregelmängder.
2. Leveranser till kommissionärers lager. - Denna del uppgår till normalt mellan 10-15 % av totala lagervärdet på depåer och har bedömts som mindre viktig.
3. Beslut om leveranser ska ske direkt från huvudkontor eller via depå vid stor order. - Vi har här förutsatt oförändrade beslutsregler och betraktat leveranser till storkunder i princip som ordertillverkning.

A.3.3 Analys av kriterier och organisation av beslutsprocesser

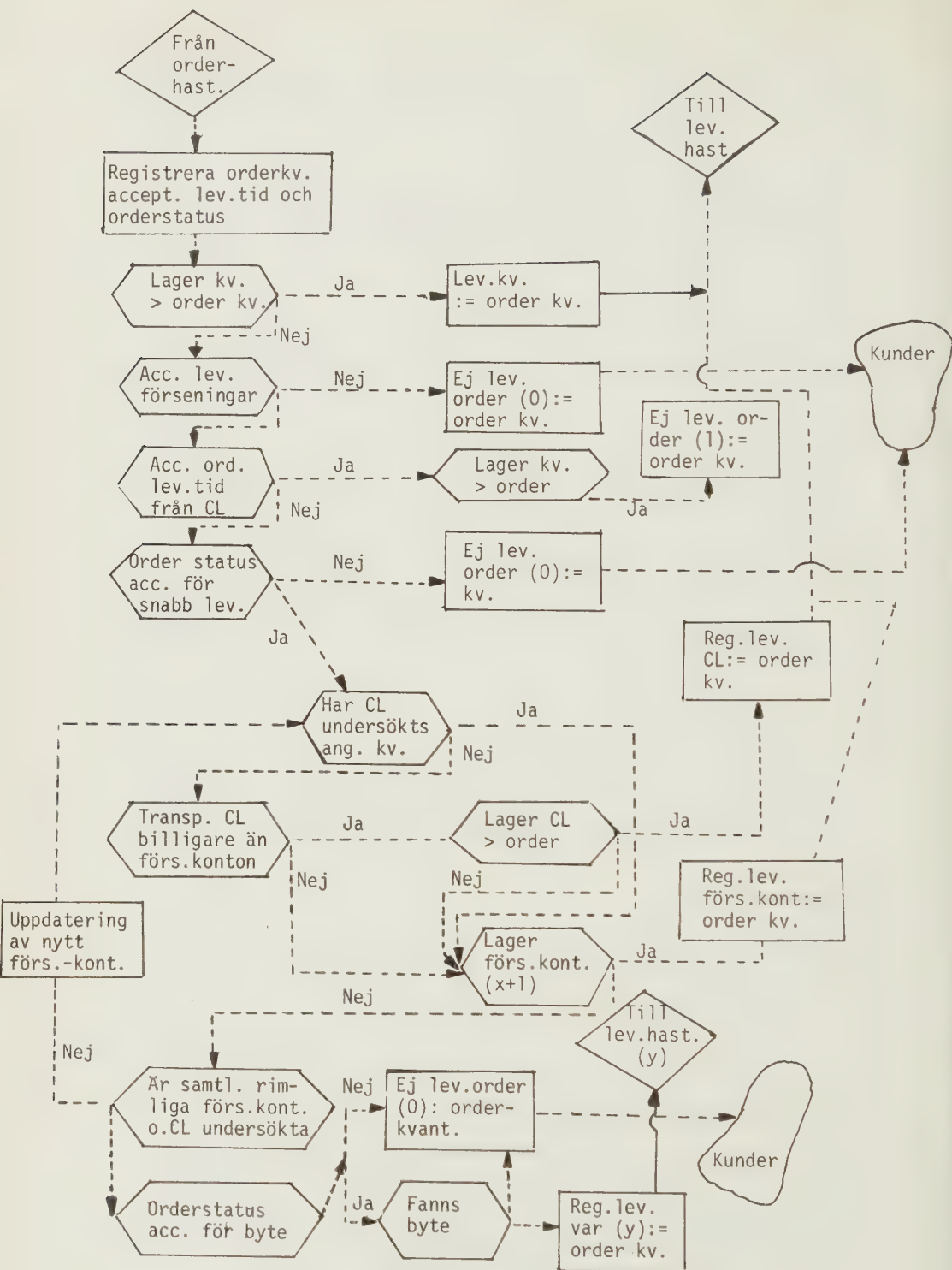
I detta avsnitt görs en analys av planeringsprocessen med utgångspunkt från den strukturella indelningen av planeringssystemet.

Denna delas upp i:

- a) Operativa
- b) Resursplanerande
- c) Strategiska

A.3.3.1 Operativa

Efter intervjuer med beslutsfattare på några olika försäljningskontor har en flödesplan ritats för denna typ av beslut. Intervjuerna har utförts på två försäljningskontor och flödesplanen har diskuterats med tjänstemän på huvudkontor, vilka bedömt den som rimlig. Följaktligen kan flödesplanen som visas på nästa sida enbart sägas vara en rimlig approximation av en heurstiksprocedur.



Figur A:9. Beslutsprocesscykeln vid order på försäljningskontor.

Som framgår av denna har beslutsfattarna utvecklat heuristik för att undvika brist om efterfrågad produkt ej finns i lager. I korthet kan detta beskrivas i följande punkter.

1. I första hand undersöks om kunden kan acceptera väntetid till nästa ordinarie sändning från centrallager.
2. Om ordern bedöms som viktig och kunden accepterar "kort" leveransförsening undersöks olika möjligheter till snabbl leverans från
 - a) Centrallager
 - b) Annat lager

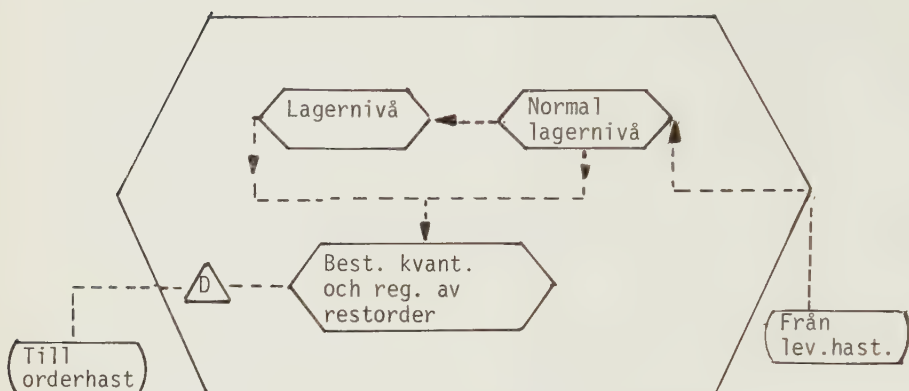
Val mellan leveransställen dikteras i första hand av transportavståndet till kunden.

3. I sista hand kan produktsubstitution till högre kvalitet bli aktuell. Detta undvikes dock i det längsta för att vid brist inte uppmuntra kunderna till förslag om denna typ av leveranser.

Ett huvudkriterium för dessa beslutsfattare synes vara att undvika brist för att härigenom upprätthålla goda kontakter med kunder. Detta medför att relativt få fall "förlorad försäljning" uppkommer, utan att en alternativ kostnad uppstår antingen i form 1) "bad-will" genom att kunderna får vänta och/eller 2) fördyring i transportkostnad genom illeverans från huvudkontor eller annan depå eller i undantagsfall genom 3) fördyring genom produktsubstitution.

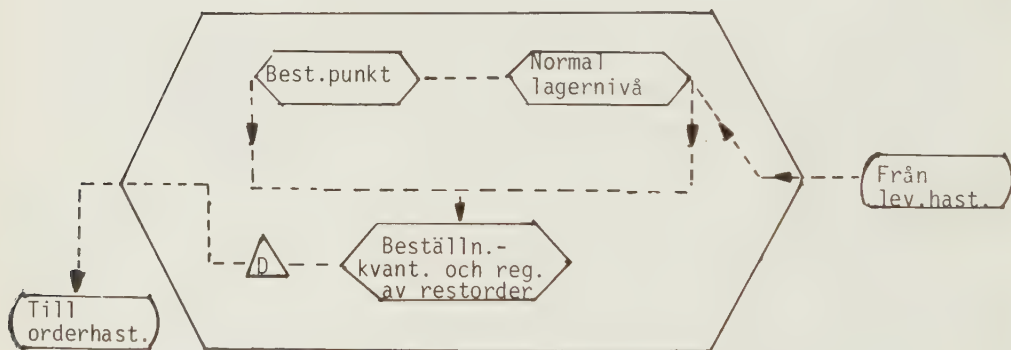
B. Internorder till huvudkontor

De normala orderreglerna till centrallagret vid de regelbundna leveranserna är betydligt enklare till sin konstruktion. Man använder sig här av en "normallagernivå" som innebär att man periodiskt beställer upp till denna nivå, dvs den utgör såväl max. lagernivå som beställningsnivå.



Figur A:10. Orderbeslut av försäljningskontor vid internleverans

Vid de kontor, där internleveranser sker dagligen, sker dock ingen beställning förrän lagernivån sjunkit till cirka hälften av normallagernivån (subjektivt satta gränser).



Figur A:11. Orderbeslut av försäljningskontor vid internleverans med beställningar dagligen.

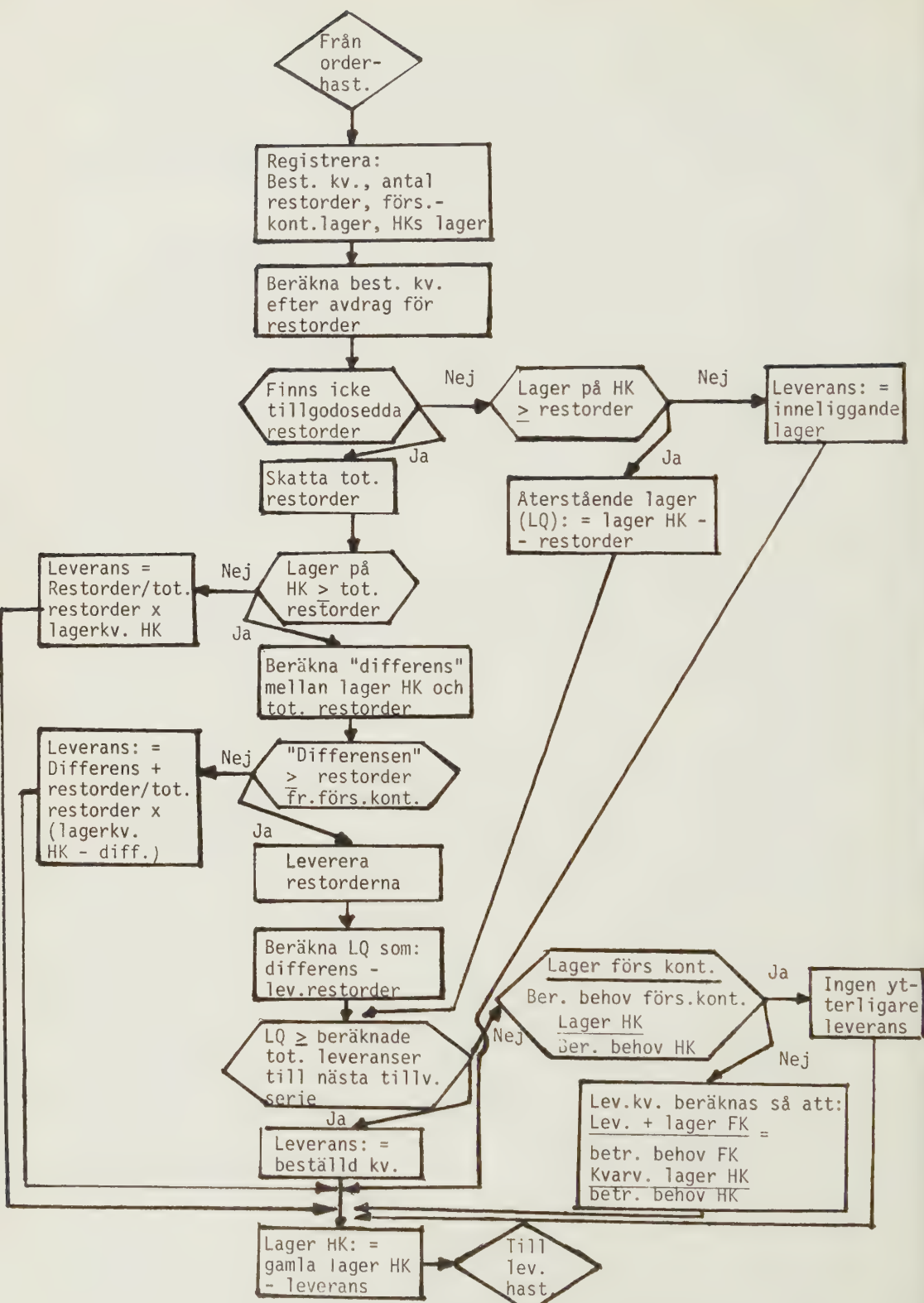
"Normallagernivåerna" sätts av samma personer som handhar leveransbesluten på försäljningskontoren. Någon formaliserad modellapparat används ej, utan nivån sätts efter subjektiva överväganden. Den enda formalisering som gäller är att "normallagernivåerna" måste vara specificerade på internorderblanketten.

Då dessa kvantiteter synes vara relativt höga kan vi även här draga den slutsatsen att ett viktigt kriterium synes vara "gardering mot brist". Samtidigt sker beställning vid varje samleverans från HK, varför i många fall proportionerna mellan "kvarvarande lager vid beställning" och "genomsnittlig efterfrågan mellan beställningstidpunkter" överstiger 2:1. Systemet ger alltså upphov till många beställningar och ofta oproportionellt höga säkerhetslager, samtidigt som någon central styrning från huvudkontor är svårgenomförbar. "Styrspakar" som förändring av kalkylränta vid kapitalbrist kan inte användas.

C. Leveransbeslut från huvudkontor

En flödesplan för leveransbesluten från huvudkontor har ritats på nästa sida. Som framgår av figuren sker bestämningen av den levererade kvantiteten efter ett heuristiks förlopp. De viktigaste stegen i detta är kortfattat:

1. Undersökning av icke tillgodosedda restorder. Detta steg avgör om leveransen kan ske enbart efter jämförelse med lagernivån på centrallagret eller om olika begränsningar måste införas vid bestämning av levererad kvantitet. Den försträmda "loopen" är alltså ett normalförhållande.
2. Om begränsningar införes tillgodoses i första hand restorderna. Ev. kan endast delar av dessa tillgodoses.
3. Först efter en skattning av totalantalet restorder i jämförelse med inneliggande lagerkvantitet sker vid "inneliggande restorder" olika approximativa beräkningar av hur mycket som kan levereras av övrig beställd kvantitet.



Figur A:12. Leveransbeslut från huvudkontor till försäljningskontor

Vi kan alltså konstatera att i första hand fattas beslut för att undvika brist. Om inläggande restorder förekommer kvoteras de olika kontorens beställningar. Systemet är alltså utformat så att enskilda försäljningskontors restorder i första hand prioriteras. Vid bristsituationer erhåller alltså kontor med restorder i första hand leverans. Slutligen bör dock understrykas att den normala leveransgången är att beställd kvantitet erhålles.

A.3.3.2 Resursplanering

A. Sortimentsbestämning

Sortimentsbestämningen sker en gång per år och kan i grova drag beskrivas enligt följande: I första hand studeras totala omsättningssiffror för respektive produkt. Varor med högst omsättning placeras i klass A och därefter med fallande bokstavsbezeichnung. Hänsyn tas dock till en vara som bedöms bristkänslig, då den i så fall fordrar mindre omsättning för att placeras i en högre klass. Därefter görs korrigering för försäljningskontor med relativt sett höga eller låga omsättningsandelar för respektive vara. De aktuella varorna kan i så fall placeras i annan sortimentklass. Kriteriet är att genom detta förfaringsätt nå en acceptabel kostnadsstruktur för lagerhållning.

B. Leveransintervaller

Bestämningen av leveransintervaller sker en gång per år och kan i grova drag beskrivas enligt följande: Respektive kontor lämnar till chefen för centrallagret begäran om önskad leveransintensitet. Denne undersöker i första hand vilken fraktklass som kan erhållas och om begäran förorsakar betydande merarbete för centrallagret. Den primära målsättningen är att nå lägsta fraktklass, varefter totalkvantiteten (för samtliga produktgrupper) varor beräknas med leveransintervaller för respektive kontor. Med viss säkerhetsmarginal bestäms sedan leveransintervall så att lägsta fraktklass kan hållas. I samband härmed utarbetas listor där årets leverans från centrallagret sammanställs.

A.3.3.3 Strategiska

Lokalisering av depålager

Lokaliseringen av försäljningskontor synes ursprungligen ha skett där de största marknaderna för företagets produkter funnits. Hänsyn har tagits till transportledet och kostnader av lager. Under den period då systemet undersöktes ägde några avvecklingar rum. I grova drag har avvecklingsbesluten varit grundade på att man funnit omsättningen låg dels a) i förhållande till fasta särkostnader, dels b) i förhållande till rörliga kostnader för transport och lager. Möjliga inbesparingar vid avveckling har bedömts mot ökade kostnader för transporter till kunder och översiktligt beräknad kostnadsminskning ställd i relation till längre leveranstider till kunder. Frågeställningen om erforderligt antal lager har av produktgruppansvariga bedömts som viktig för produktgruppen. Den kompliceras av att beslut om depåer påverkar andra produktgrupper inom företaget och att lagerfunktionerna är beroende av framtida utveckling inom återförsäljarledet.

A.3.3.4 Sammanfattning - planeringsprocesser

Vi kan nu sammanfatta de olika planeringsprocesser som styr systemet. Dessa visas i nedanstående figur, där den övre halvan i varje process grovt uttrycker beslutsmetoden och den nedre kriterium för styrning. Som framgått av tidigare framställning uttrycks få kriterier i direkt ekonomiska termer och problemlösningsmetoderna synes relativt okomplicerade. Vidare finns inga explicita relationer mellan de olika besluten. Detta faktum avspeglas också i att de fyra typer av planering som görs på huvudkontor (de tre övre och leveransbeslut) i stort utförs av olika befattningshavare och att besluten på försäljningskontoren utformas av enskilda ordermottagare på respektive kontor. I nästa avsnitt söker vi relatera de olika planeringsprocesserna i en övergripande modell.

Lokaliseringsbeslut

Långsiktiga
oregelbundna

Översiktliga K/I beräkningar

Minska kostnaderna -
acceptabla leveranstider

Sortimentsindelning

Leveransintervall

årsvis -
periodiskt
återkommande

Jämförelse av oms.siffror

Omsättning "indirekt"
acceptabel kostnadsstruktur

Förhandling

Lägsta möjliga fraktklass -
jämnt utn. av lagerpersonal

Leveransbeslut FK

Internorder

Leveransbeslut HK

kontinuerligt
återkommande

Heuristiks

Minimera
brist

Intuitiva
korttidsprognoser

Gardera mot brist

Vid brist;
kvotering

Undvika brist

Figur A:13. Beslutsprocedur och använda kriterier vid olika delar av beslutssystemet.

A.4 RELATIONER MELLAN PLANERINGSPROCESSER - EN KONCEPTUELL MODELL

Vi ska i detta avsnitt granska interdependensen mellan olika delar av lagersystemet utifrån en mer övergripande modell. Denna konceptuella modell användes för att analysera systemet från en bestämd utgångspunkt. Avsikten här är att beskriva olika beroendeförhållanden på en generell nivå, där beskrivningen görs förenklad gentemot modelleringar av enskilda delar. (Jfr t ex appendix 2).

A.4.1 Kriterier för planeringsprocesser

Som framgick av föregående avsnitt styrs systemet efter kriterier som endast indirekt ställs till ekonomiska mått. Om explicita kriterier formuleras ges förutsättningar för att tolka relationerna mellan de olika planeringsprocesserna.

A. Operativ planering - Beställningsregler för depålager

Två kriterier föreslås i den litteratur som behandlar löpande lagerstyrning:

- a) Minimera summan av särkostnader för lagerhållning, beställning och brist.
- b) Minimera summan av särkostnader för lagerhållning och beställning vid
 - 1) bestämd bristsannolikhet för beställning eller
 - 2) önskad service över en tidsperiod.

Som framgick av föregående avsnitt har man vid försäljningskontoren utvecklat heuristik för att undvika förlorad försäljning vid behandling av kundorder. Dessa olika beslut leder till olika kostnader för systemet som transportkostnader, beställningskostnader, kostnader för produktsubstitutioner etc. Om konsekvenserna vid heuristikregler för bristsituationer approximativt kan uppskattas, kan således ett beslutskriterium för beställningsregler vara att minimera antalet särkostnader dvs alternativ a). Sålunda förutsättes alltså vissa beteenderegler vid försäljningskontorens leveransbeslut. Vidare kan, om antalet bristtillfällen vid centrallagret är relativt ringa eller om dessa kan betraktas som fristående från den löpande lagerplaneringen, bortses från kvoteringen vid modelleringen av beställningsregler (se vidare 6.4.3).

B. Resursplanering

1. Sortimentsindelning

Sortimentsindelningen som sker för varje enskild vara, syftar till att bestämma lönsammaste lageralternativ för respektive vara. Ett operationellt mått för detta är att beräkna totala särskostnaden för varje

handlingsalternativ och välja det alternativ som ger lägst särkostnad. I detta fall finns två alternativ vid varje kombination vara/lagerdepå, nämligen att lagerföra respektive icke lagerföra. Vi kan alltså införa ett kriterium som innebär att det alternativ som ger lägst totalsärkostnad ska väljas.

2. Leveransintervall

Använt kriterium är uppnående av lägsta fraktklass för samtransport. Olika andra kostnader påverkas emellertid av val av leveransintervall. Dessa är förutom särkostnader beroende av fraktklass, särkostnader för lagerhållning, beställning och brist och en administrativ kostnad för varje leverans. Kriteriet för val av leveransperiod kan således vara att minimera dessa särkostnader.

C. Långsiktiga beslut - Lokalisering av kontor (depåer)

I sammandrag påverkas direkt följande kostnader vid förändring av antal kontor (alt. omlokalisering):

Förändring av fasta särkostnader

- " " inköpskostnader för samleverans
- " " transportsärkostnader för samleverans
- " " lagersärkostnader (lagerhållning, beställning och brist)
- " " transportsärkostnader till kunder

Samt indirekt: Förändring av leveranstider till kunder.

Ett kriterium som är relativt operationellt är totalbeloppen för ovan nämnda särkostnader och att ställa detta i relation till krav om önskade leveranstider till kunder. Alternativmängden för lokalisering är relativt begränsad, men till skillnad från föregående beslut har detta mer långsiktiga konsekvenser och hänsyn måste tas till att även andra produktgrupper utnyttjar depåerna. En prognostisering av framtida ersättning och framtida återförsäljningsstruktur är alltså nödvändig om företagets lagerfunktioner gentemot återförsäljare ska bedömas utifrån detta längre tidsperspektiv.

Sammanfattningsvis kan konstateras att ett antal mer operationella mått för kriterier av de olika planeringsprocesserna föreslagits, där varje

kriterium formuleras med utgångspunkt från särkostnaderna för respektive beslut.

A.4.1.2 Relationer mellan planeringsprocesser

Vi ska stegvis diskutera olika modeller för delar av planeringssystemet.

A. Operativ planering - beställningsregler

Vi utgår från att de beställningsregler som ska planeras sker inom ramen för vissa restriktioner. Vissa av dessa restriktioner kan vi relatera till övriga beslut i systemet.

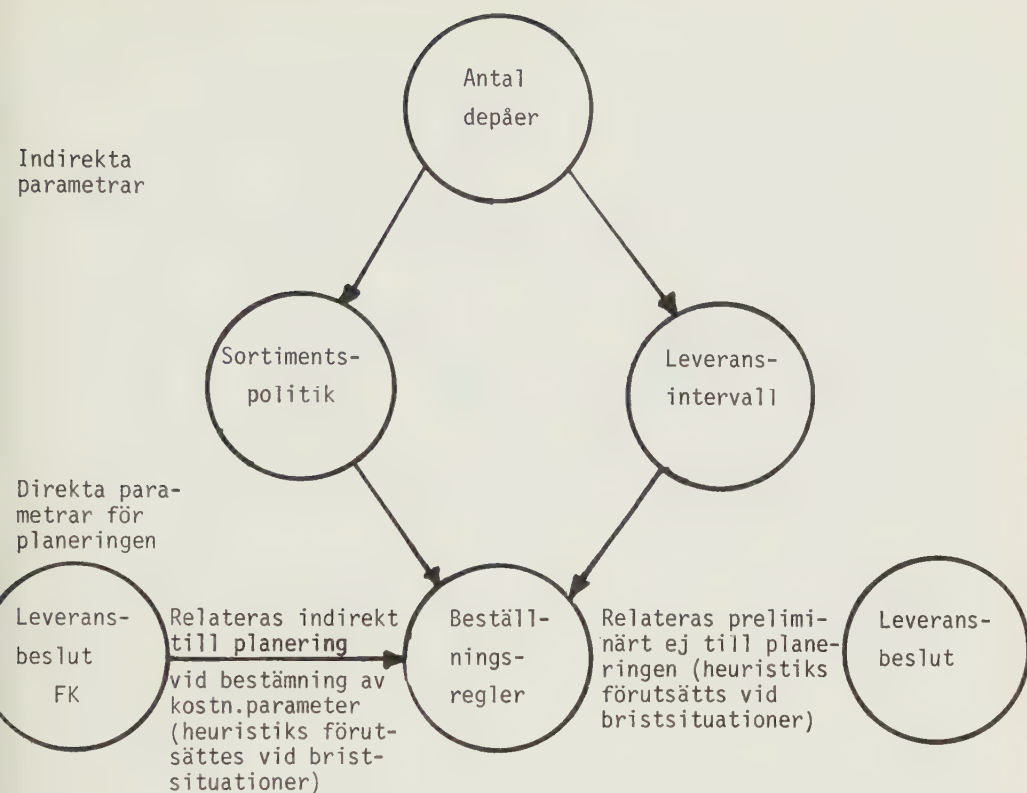
- a) Vi har ett visst antal depålager.
- b) Varorna lagerförs vid vissa av dessa.
- c) Vi har vissa leveransintervall.

Dessa förutsättningar kan uppfattas som parametrar eller villkor för beställningsregler. Förutsättning a) ger max. antal depålager som modellen för respektive vara ska användas för, förutsättning b) ger vilka lager som modellen för respektive vara ska användas för och förutsättning c) används direkt vid modellering av beslutsregler. Vidare kan operationskaraktäristika för leveransbeslut vid försäljningskontor relateras till modellen genom en beräkning av bristkostnaden. Preliminärt relateras däremot ej kvoteringsreglerna vid huvudkontor till beställningsregler.

Med hänsyn till dessa förutsättningar och övriga parametrar ska planeringen av beställningsregler användas för att svara på två frågor:

- A. När eller vid vilken kvantitet ska vi beställa?
- B. Med vilka kvantiteter ska vi beställa?

Dessa beslutsregler kan utformas för att minimera särkostnaderna för beslutet (jfr föregående avsnitt) och ger kvantitetsmått i enheter enligt vilka beslut ska fattas. Följaktligen kan också totala särkostnaden för dessa beslut beräknas för en tidsperiod.

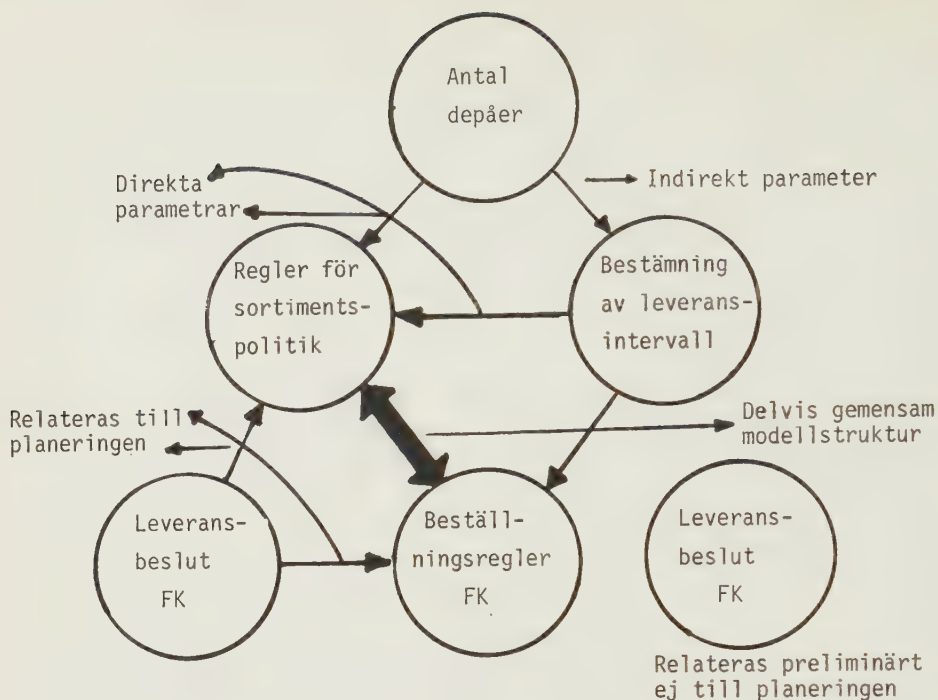


B. Resursplanering

Om vi förutsätter att en viss modell användes för styrning av leveransbeslut vid depåerna kan de totala särkostnaderna för beställningsregler över årsintervall vid en viss prognosticerad efterfrågan beräknas som: $\text{Summa särkostnader} = \text{Organisationslagerkostnad} + \text{buffertlagerkostnad} + \text{förväntad bristkostnad} + \text{inköpssärkostnad}$.

Den algoritm som använts i tidigare fall kan här användas för beräkning av periodens kostnader. Summa särkostnader enligt ovan kan jämföras med den summa särkostnader som vi erhållit om vi inte lagerfört varan. Denna särkostnad består av två delar:

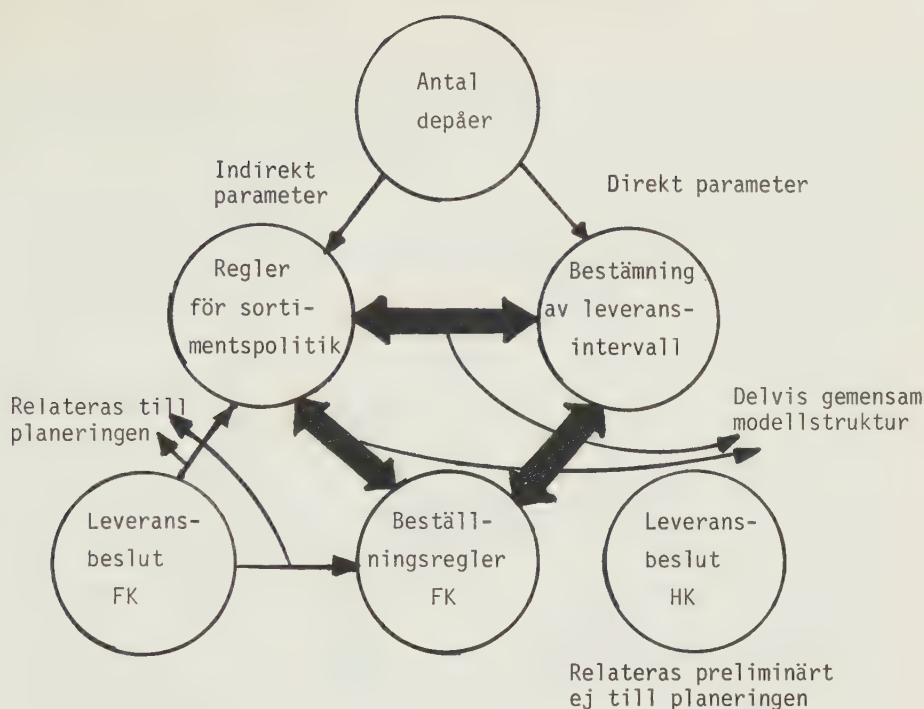
- inköpssärkostnader vid icke lagerhållning och
- bristkostnad vid icke-lagerhållning.



2. Bestämning av leveransintervall.

En parameter i föregående beräkning är intervallen mellan leveranserna. Detta intervall påverkar direkt säkerhetslagret i alternativet lagerföring av varan. I alternativet icke-lagerföring påverkas bristkostnaden. En förändring av denna parameter gör alltså att vi får nya särkostnader för lagerhållning.

Om vi per depå adderar samtliga artiklars särkostnader för lagerhållning, erhålles beräknade totala lagersärkostnader för produktgruppen. Det skulle därför vara möjligt att räkna fram lagersärkostnaden för olika alternativa leveranstider. För att bestämma "optimal" leveransperiod ska således till lagersärkostnaden (för samtliga produktgrupper) för respektive alternativ adderas fraktkostnaden (kostnad per kg varierar med rabatter) och fasta administrationskostnader för samleverans. En förändring av leveransintervallen kommer också att leda till ett annat sortiment vid depån.

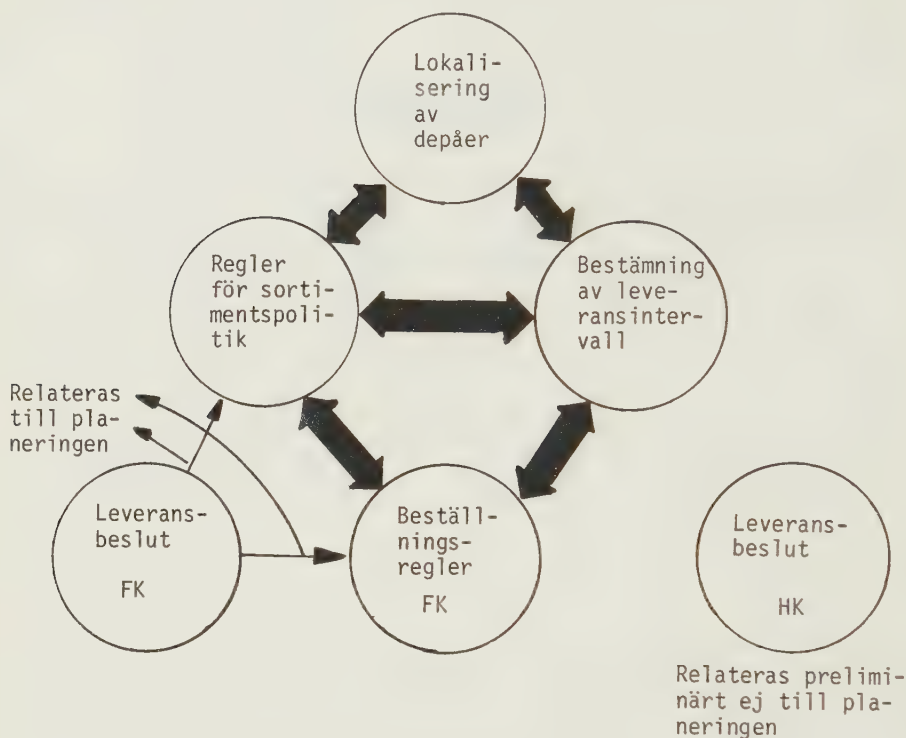


C. Strategisk planering

Lokalisering av depåer.

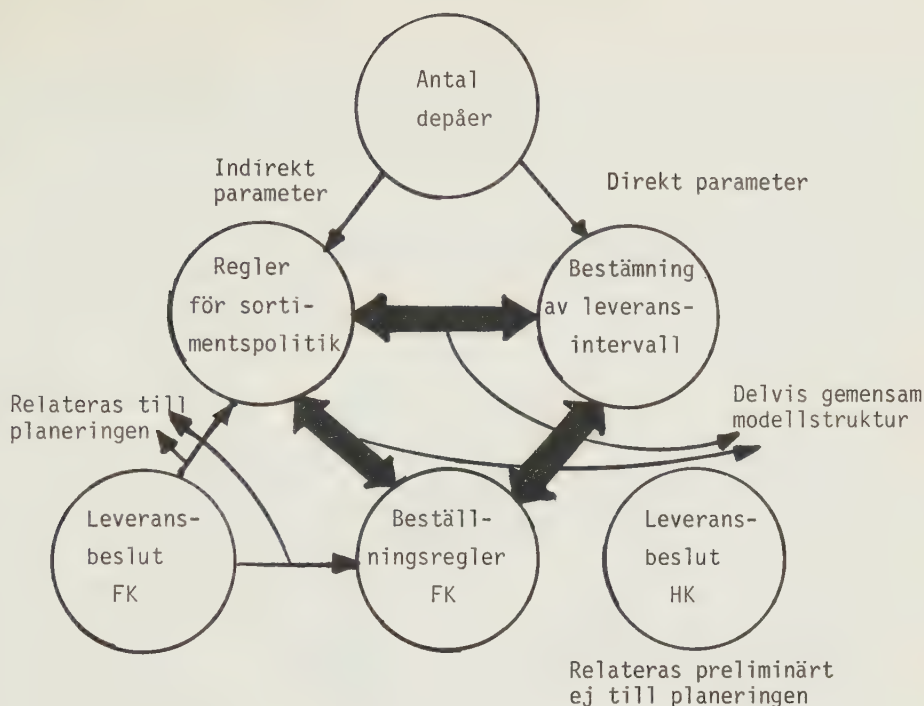
Vid en förändring av depålagerstrukturen påverkas såväl antal transporter som sortimentspolitik av de nya förhållandena. I detta fall bör alltså nya bestämmningar av sortimentet och leveransintervallen ske. Det skulle vara möjligt att utnyttja tidigare nämnda modeller för att bestämma särkostnaderna för lager, samtransport och inköpskostnader. Vid beslut om förändring av depålagerstrukturen bör dessutom förändringar av fasta kostnader och transportsärkostnader till kunder beräknas. Vidare är leveranstiden till kunderna av vikt ur servicesynpunkt. Denna är dock svår att kostnadsmässigt bestämma. Därför kan en lämpligare väg vara att värdera kostnadseffekter relativt gentemot en förändring av leveranstiden. Denna modell är endast tillämplig för ett begränsat alternativ, då grovre approximationer än i de tidigare modellerna måste göras (bl a måste beräkningar göras för samtliga produktgrupper som utnyttjar en depå).

Modellrelationerna vid styrning av somliga av de ovannämnda beslutsregelmängderna framgår i huvuddrag av nedanstående figur:



D. Sammanfattning

Vi har här angett förutsättningarna för en stegvis modellering av olika planeringsprocesser. Vi utgick från planeringsprocesser på operativ nivå, där konsekvenser av resursplanering och strategisk planering gör att modelleringen sker under vissa givna villkor (parametrar). Vid planeringen av beställningsregler kan hänsyn tas till andra operativa beslut - i detta fallet beteende vid leveransbeslut. Om modeller formuleras för resursplaneringen, kan dessa göras med vissa antaganden om den operativa planeringen och konsekvenserna av olika alternativ kan aggregeras på årsbasis. I detta fall kan en modellering göras i två steg. Först kan sortimentsbeslut bestämmas och med utgångspunkt från detta beslut kan leveransintervall bestämmas. På aggregerad nivå kan särkostnader för

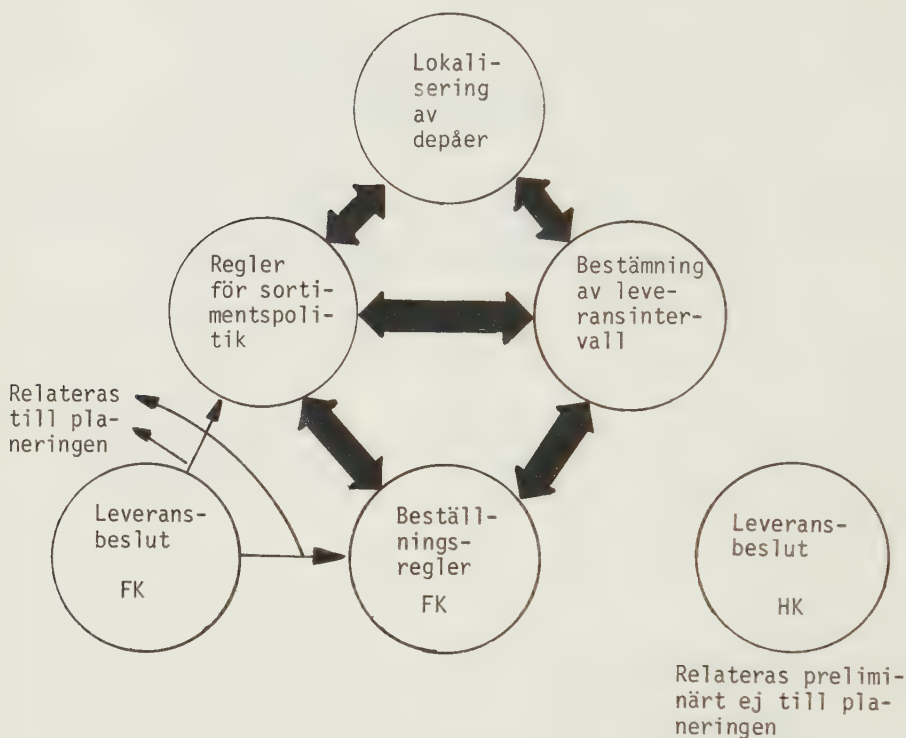


C. Strategisk planering

Lokalisering av depåer.

Vid en förändring av depålagerstrukturen påverkas såväl antal transporter som sortimentspolitik av de nya förhållandena. I detta fall bör alltså nya bestämmningar av sortimentet och leveransintervallen ske. Det skulle vara möjligt att utnyttja tidigare nämnda modeller för att bestämma särkostnaderna för lager, samtransport och inköpskostnader. Vid beslut om förändring av depålagerstrukturen bör dessutom förändringar av fasta kostnader och transportsärkostnader till kunder beräknas. Vidare är leveranstiden till kunderna av vikt ur servicesynpunkt. Denna är dock svår att kostnadsmässigt bestämma. Därför kan en lämpligare väg vara att värdera kostnadseffekter relativt gentemot en förändring av leveranstiden. Denna modell är endast tillämplig för ett begränsat alternativ, då grovare approximationer än i de tidigare modellerna måste göras (bl a måste beräkningar göras för samtliga produktgrupper som utnyttjar en depå).

Modellrelationerna vid styrning av somliga av de ovannämnda beslutsregelmängderna framgår i huvuddrag av nedanstående figur:



D. Sammanfattning

Vi har här angett förutsättningarna för en stegvis modellering av olika planeringsprocesser. Vi utgick från planeringsprocesser på operativ nivå, där konsekvenser av resursplanering och strategisk planering gör att modelleringen sker under vissa givna villkor (parametrar). Vid planeringen av beställningsregler kan hänsyn tas till andra operativa beslut - i detta fallet beteende vid leveransbeslut. Om modeller formuleras för resursplaneringen, kan dessa göras med vissa antaganden om den operativa planeringen och konsekvenserna av olika alternativ kan aggregeras på årsbasis. I detta fall kan en modellering göras i två steg. Först kan sortimentsbeslut bestämmas och med utgångspunkt från detta beslut kan leveransintervall bestämmas. På aggregerad nivå kan särkostnader för

olika alternativ beräknas. Vid beslut om lokalisering kan dessa modellstrukturer användas för att bestämma vissa av de relevanta kostnaderna för olika alternativ.

Uppdelningen av olika *planeringsprocesser* i en konceptuell modell av detta slag visar således dels på interdependensen mellan olika *planeringsprocesser*, dels på riktlinjer för modellering av de olika delarna i systemet.

A.4.3 Avgränsning mot övriga delar av planeringssystemet

Problematiken om samband mellan depålager och produktionsplanering har behandlats av ett flertal författare. *Clark-Searf*⁹⁾ har med givna förutsättningar för leveranstider och antal lager visat att den av produktionen beroende planeringen av centrallager kan ske oberoende av depålagerplaneringen både vid linjära beordringskostnader och vid fasta beställningssärkostnader för depålagren. *Winters*¹⁰⁾ visar att man med god approximation kan bortse från tvärleveranser mellan depålager om brist inträffar relativt sällan.

"Två faktorer som komplicerar analysen av centraldepålagerssystem är interaktionen mellan regler för produktionsplanering - regler för lagerleveransen samt tvärleveranserna. För mångproduktföretag med depålager och med en för olika varor gemensam kostnadskomponent vid beordring från depålager förefaller den första komplikationen vara möjlig att bortse ifrån. I överensstämmelse med Winters resultat kan samma reflektion göras över den andra komplikationen. Gör dessa förenklingar undvikes kravet på simultan analys av samtliga lagerställes beställningsregler och leveransplaneringsproblematiken, ty depålagerssystemet är reducerat till motsvarande problem för ett lager med många varor och gemensamma beordringskostnader."¹¹⁾

9) *Clark & Searf* "Optimal policy for a multi-echelon problem", Management Science, 1968, July. *Clark & Searf* "Approximate solutions to a simple multi-echelon inventory problem" i Arrow, Karlin & Scarf, 1962, kap. 5.

10) *Winters*, 1958.

11) Från *Andersson-Rosling* "Modell för bestämning av tidsintervall mellan leveranser från centrallager till depålager. I denna rapport behandlas ovanstående problematik utförligt och jag visar här endast några huvudförutsättningar för avgränsning av depålagerssystemet.

Som framgick av avsnitt 6.2.2 fungerar produktionsplaneringssystemet med processer delvis hierarkiskt samordnade med olika tidsintervall. En viktig informationsprecedent för den mer kortsiktiga planeringen är en årsplan för produktion. Beställningar från marknadsavdelning till inköp sker två månader före produktion och från marknad till produktion ungefär en månad innan produktion påbörjas. Förutom den årliga produktionsplanen är övriga informationsprecedenter till den månatliga planeringens prognos om försäljning och aktuella lagersaldo.

Angelägenheten att producera är inte enbart beroende av det totala lagersaldot, utan även av dettas fördelning. Om lagerställningen för en viss vara på centrallagret är låg och bristrisken hög för ett eller flera kontor, medan andra depåers lagerställning är relativt hög, så påverkas kostnaderna för systemet antingen av bristkostnader eller av fördyrande tvärtransporter.

I vårt aktuella system finns karakteristika som gör att vi med relativt liten felmarginal kan bortse från detta:

A. Ovannämnda långa tidsfördröjningar mellan beställning och produktion gör de enskilda depåernas lagerställning svårprognosticerad, i synnerhet som en ytterligare tidsfördröjning sker innan information om lagerdepåernas lagersaldo lämnas till huvudkontoret.

B. Som framgick av de analyserade beslutsregelmängderna vid lagerstyrning sker en kvotering av centrallagret då risk för att normala leveranser till lagerdepåerna ej kan ske. Sannolikheten för ovannämnda fördelning av lagret kan alltså bedömas som synnerligen liten.

C. Genom att leveranserna i allmänhet sker relativt ofta, minskar sannolikheten för ojämna fördelningar av lagret.

Sammanfattningsvis kan alltså konstateras att vi med relativt god approximation kan modellera depålagersystemet utan hänsyn till produktionsplaneringen, som i huvudsak måste arbeta med aggregerad information för det totala lagersystemet.¹²⁾ Denna problematik faller utanför det här behandlade problemområdet.

12) Att ovanstående behandling är vanlig påpekas av *Hadley, e.d. Whitin*, 1963, s 428.

A.5 OM MODELLSTRUKTURER OCH MODELLFÖRUTSÄTTNINGAR

I detta avsnitt behandlas dels förutsättningar för modellering av olika delsystem¹³⁾, dels förutsättningar för modellenanvändning.

A.5.1 Förutsättningar för modellering av olika delar av planerings-systemet

På den *operativa* nivå erfordras för beställningsplaneringen dels regler för order och lagerhållning, dels olika prognosregler. Denna problematik behandlas i appendix 2, varför här i sammandrag endast beskrivs några förutsättningar för planeringen.

Systemet karakteriseras av fasta leveransintervall. Samtidigt varierar efterfrågan stokastiskt.¹⁴⁾ Förutsättningarna innebär att såväl ett organisationslager som ett buffertlager måste beräknas.

Olika alternativa beställningssystem är:¹⁵⁾

- a) Beställning vid varje inspektion (S).
- b) Beställning om lagret vid inspektionstillfället faller under en viss nivå och då med en beställningskvantitet som motsvarar ett visst antal perioders efterfråga (s, nq).
- c) Beställning om lagret vid inspektionstillfället fallit under en viss nivå och då upp till en viss beställningsnivå (s,S).

13) I kommande avhandlingar av *Anderberg* och *Andersson-Rosling* samt i appendix 2 i denna rapport behandlas modellformuleringar för olika delsystem.

14) En iterativ metod för beräkning av beställningspunkt och beställningskvantitet vid normalfördelad efterfråga, beskrivs av *Bierman et al.*, 1965, kap. 11, app. II. För en översikt se *Miller & Starr*, 1962.

15) *Hadley & Whitin*, 1963, 44. Olika algoritmer redovisas också i *Magee & Boodman*, 1967.

Olika algoritmer¹⁶⁾ kan utnyttjas för beräkningar av beslutsvariablerna. Som visas i appendix 2 kan konsekvenserna av olika alternativa beställningssystem jämföras genom simulering.

Ett annat problemområde vid modellering av operativa lagersystem är att finna modeller för prognostisering och prognoskontroll som fortlöpande ger prognoser för lagerstyrningen. Som framgår av appendix 2 finns olika varianter av exponentiella utjämningsmodeller och kontrollmodeller att finna i litteraturen, som utvecklats och testats för olika efterfrågemönster.¹⁷⁾

Således är ur modelleringssynpunkt problemet att finna en kombination av lager- och prognosalgoritmer för att styra de löpande beställningarna.

Vid formulering av modell för sortimentsbeslut kan - som *Anderberg* visar¹⁸⁾ - algoritmer för det operativa beställningssystemet utnyttjas för bestämning av årliga kostnader. I denna modell jämförs kostnaderna för alternativen lagerhållning respektive icke-lagerhållning med avseende på vilket alternativ som medför lägst kostnader. I det förra fallet bestäms summa kostnader av cyklisk lager, säkerhetslager, brist och inköp. Vid icke-lagerhållning adderas den förväntade bristkostnaden i detta fall med inköpsärkostnaden. På modellen kan känslighetstest av olika parametrar göras och kritiska värden beräknas.

16) Dessa kan vara dels utformade för dynamisk programmering, dels utformade för analytisk lösning. Dynamiska programmeringsmodeller redovisas i bl a *Veinott & Wagner* "Computing optimal (s,S) inventory policies", *Management Science*, 1965, March. Med direkt utgångspunkt från det icke-stationära fallet och med beställningar vid diskreta intervall har en undersökning gjorts för att mäta effektiviteten av olika algoritmer i *Wagner, Hagen & Lundh* "An empirical study of Exactly and Approximately Optimal Inventory Policies", *Management Science*, 1965, March. Som resultat av denna studie framkommer att algoritmer formulerade för analytisk lösning (s,S i kombination med Wilson-formel eller iterativ lösningsprocedur) ger kombinerade med en heuristiksregel resultat som visar att de ligger nära optimalvärden vid olika stokastiska efterfrågefördelningar.

17) För översikter se *Brown* (1959) och *Brown* (1963).

18) *Anderberg*, "Modell för bestämning av sortiment på depålager", 1971 (rapport).

A.5 OM MODELLSTRUKTURER OCH MODELLFÖRUTSÄTTNINGAR

I detta avsnitt behandlas dels förutsättningar för modellering av olika delsystem¹³⁾, dels förutsättningar för modellanvändning.

A.5.1 Förutsättningar för modellering av olika delar av planerings-systemet

På den *operativa* nivå erfordras för beställningsplaneringen dels regler för order och lagerhållning, dels olika prognosregler. Denna problematik behandlas i appendix 2, varför här i sammandrag endast beskrivs några förutsättningar för planeringen.

Systemet karakteriseras av fasta leveransintervall. Samtidigt varierar efterfrågan stokastiskt.¹⁴⁾ Förutsättningarna innebär att såväl ett organisationslager som ett buffertlager måste beräknas.

Olika alternativa beställningssystem är:¹⁵⁾

- a) Beställning vid varje inspektion (S).
- b) Beställning om lagret vid inspektionstillfället faller under en viss nivå och då med en beställningskvantitet som motsvarar ett visst antal perioders efterfråga (s, nq).
- c) Beställning om lagret vid inspektionstillfället fallit under en viss nivå och då upp till en viss beställningsnivå (s,S).

13) I kommande avhandlingar av *Anderberg* och *Andersson-Rosling* samt i appendix 2 i denna rapport behandlas modellformuleringar för olika delsystem.

14) En iterativ metod för beräkning av beställningspunkt och beställningskvantitet vid normalfördelad efterfråga, beskrivs av *Bierman et al.*, 1965, kap. 11, app. II. För en översikt se *Miller & Starr*, 1962.

15) *Hadley & Whitin*, 1963, 44. Olika algoritmer redovisas också i *Magee & Boodman*, 1967.

Olika algoritmer¹⁶⁾ kan utnyttjas för beräkningar av beslutsvariablerna. Som visas i appendix 2 kan konsekvenserna av olika alternativa beställningssystem jämföras genom simulering.

Ett annat problemområde vid modellering av operativa lagersystem är att finna modeller för prognosticering och prognoskontroll som fortlöpande ger prognoser för lagerstyrningen. Som framgår av appendix 2 finns olika varianter av exponentiella utjämningsmodeller och kontrollmodeller att finna i litteraturen, som utvecklats och testats för olika efterfrågemönster.¹⁷⁾

Således är ur modelleringssynpunkt problemet att finna en kombination av lager- och prognosalgoritmer för att styra de löpande beställningarna.

Vid formulering av modell för sortimentsbeslut kan - som *Anderberg* visar¹⁸⁾ - algoritmer för det operativa beställningssystemet utnyttjas för bestämning av årliga kostnader. I denna modell jämförs kostnaderna för alternativen lagerhållning respektive icke-lagerhållning med avseende på vilket alternativ som medför lägst kostnader. I det förra fallet bestäms summa kostnader av cyklisk lager, säkerhetslager, brist och inköp. Vid icke-lagerhållning adderas den förväntade bristkostnaden i detta fall med inköpsärkostnaden. På modellen kan känslighetstest av olika parametrar göras och kritiska värden beräknas.

16) Dessa kan vara dels utformade för dynamisk programmering, dels utformade för analytisk lösning. Dynamiska programmeringsmodeller redovisas i bl a *Veinott & Wagner* "Computing optimal (s,S) inventory policies", *Management Science*, 1965, March. Med direkt utgångspunkt från det icke-stationära fallet och med beställningar vid diskreta intervall har en undersökning gjorts för att mäta effektiviteten av olika algoritmer i *Wagner, Hagen & Lundh* "An empirical study of Exactly and Approximately Optimal Inventory Policies", *Management Science*, 1965, March. Som resultat av denna studie framkommer att algoritmer formulerade för analytisk lösning (s,S i kombination med Wilson-formel eller iterativ lösningsprocedur) ger kombinerade med en heuristikregel resultat som visar att de ligger nära optimalvärden vid olika stokastiska efterfrågefördelningar.

17) För översikter se *Brown* (1959) och *Brown* (1963).

18) *Anderberg*, "Modell för bestämning av sortiment på depålager", 1971 (rapport).

Vid formulering av modell för val av leveransperiod kan - som *Andersson-Rosling* visar¹⁹⁾ - denna formuleras så att en minimering av lager-, transport och administrationssärkostnader görs. I denna modell tas hänsyn till totalkostnader för central- och depålager och i denna bestäms kostnader för säkerhetslager. Det härledda uttrycket löses analytiskt.

För lokaliseringsbeslut kan antingen olika kostnads-intäktsanalyser göras eller matematiskt formulerade modeller utnyttjas vid planeringen.²⁰⁾

A.5.2 Förutsättningar för modellanvändning

- I. För den *operativa* löpande beställningsplaneringen krävs att olika parametrar kan bestämmas.

För beräkning av *lagerhållningskostnad* ska dels en kalkylräntefot fastställas, dels en beräkning av hanteringskostnader göras.

För *inköps-särkostnad* ska hanteringskostnad för olika typer av beställningar och administrativa kostnader uppskattas t ex från transportavdelning krävs tidsuppgifter, lönekostnader och kostnader för truckar.

Bristkostnaden kan framräknas som ett vägt tal av förlorat försäljning vid brist, extrakostnad för snabbtransport och ett "badwill"-värde. Det förstnämnda beräknas utifrån förlorat täckningsbidrag, extrakostnad för snabbtransport kan baseras på subjektiva antaganden. För vardera av dessa ska ett sannolikhetsvärde sättas. Dels kan ordermottagare lämna uppgifter och dels kan produktgruppansvariga göra rimlighetsbedömningar.

Ovanstående beräkningar ger approximativa bestämningar av kostnaderna, men en närmare analys av kundernas reaktioner vid brist och tidsmätningar vid orderbehandling ger ett säkrare beslutsunderlag.

19) *Andersson-Rosling*, "Modell för bestämning av tidsintervall mellan leveranser från centrallager till depålager", 1970 (rapport).

20) *Anderberg* (1974) redovisar dels olika lokaliseringsmodeller, dels tillämpas i en fallstudie en optimerande modell. *Anderberg* "Lokaliseringsplanering i system med flera lagerställen", Lund, 1974.

Leveranser från centrallager går efter årliga specificerade intervaller. Vidare kan en *ledtid* för de olika depåernas order bestämmas.

Försäljningssiffror per depå ska finnas lagrade på data.

All *fakturer* sker centralt på huvudkontoret. Först vid "on-line" system för försäljningskontoren kan eftersläpningen helt minimeras.

- II a. För *sortimentsbestämning* är kostnadsparametrarna i stort gemensamma med tidigare. Den exogena variabeln efterfrågan grundas på ettårsprognoser och från administrativa restriktioner kan bortses.
- II b. För bestämning av *leveransintervall* krävs att andra produktgrupper måste tas hänsyn till vid bestämning av kostnadsparametrar och exogena variabler.
- III. För att en mer formaliserad modell ska kunna användas vid *lokaliseringsplanering* krävs att en approximativ beräkning av fasta kostnader kan göras från budgetunderlag och organisationsplaner över kontoren.

För bestämning av transportkostnad till kunder och leveranstider till dessa krävs kunskap om kundernas geografiska fördelning.

Den viktigaste förutsättningen för att en modell ska vara användbar är kunskaper om den strategi som företaget i fortsättningen kommer att använda sig av gentemot återförsäljare,²¹⁾ då depålagrens funktioner är direkt beroende av denna. Således är vikten av att utveckla en modell över lagrens lokalisering beroende av vilka förändringar som planeras i marknadsföringsstrategin.

6.5.3 Sammanfattning av förutsättningar för planering av lager-systemet

Genomgång och analys av olika modeller har skett utifrån de identifierade processerna i det studerade systemet. Var och en av dessa

21) Denna problematik framkom bl a i uppsatser som behandlade prognostisering av distributionskanalers utveckling och bedömning av konsekvenser för olika strategier.

processer kunde relateras till den existerande teoribildningen och utgångspunkterna för en modellering av dessa angavs, där modellerna för olika planeringsprocesser bildar ett sammanhängande mönster.

Som angavs inledningsvis var målsättningen för studien att identifiera och ange riktlinjer för lösning, men ej att implementera planerings-system. Slutsatserna är här därför tentativa.

Dock framgår att det finns möjligheter att utforma system som möjliggör att företagets målsättningar kommer till uttryck på olika planeringsnivåer och olika förslag värderas mot explicit formulerade kriterier. Genom användande av olika modeller kan således effekter för styrvariabler som kalkylränta och bristrisk värderas och ingå som parametrar för olika delar av systemet. Lagersystemets funktioner kan därigenom analyseras. Härigenom ges möjlighet till samordning mellan lång- och kortsiktiga strävanden, där delsystemet lagerplanering kan integreras med planeringen på olika nivåer.

A.6 DEN EMPIRISKA STUDIEN - ETT EXEMPEL PÅ TOLKNING AV ETT PLANE-RINGSSYSTEM

I denna fallstudie har intresset centrerats till en del av en organisations totala planeringssystem. Det studerade delsystemet har vidare kännetecknats av att det är relativt strukturerbart med väl utvecklade teorier för organisation av olika planeringsprocesser. Således kan inte generella slutsatser dras från en fallstudie av denna typ. Den empiriska studien utgör snarare en *exemplifiering av identifikation, beskrivning och analys* av planeringsprocesser i ett speciellt delsystem.

I den övergripande systembeskrivningen karakteriserades olika delar i det studerade systemet. I analogi med den föreslagna referensramen identifierades olika delar av utförandesystem och planeringssystem, och olika miljörelationer angavs. Som i alla abstraktioner av ett komplext system begränsades beskrivningen till ett fåtal karakteristika. I utförandesystemet beskrevs processkaraktistika i anslutning till det typiska material/produkt-flödet. I planeringssystemet identifierades relationerna mellan olika cykliska planeringsprocesser och

miljörelationerna angavs i termer som fysiska marknadskaraktistika och värderelationer. Från denna beskrivning kunde gränserna för delsystemet lagerplanering och förutsättningarna för en analys formuleras och detta delsystem fastställas.

I detta delsystem identifierades olika planeringsprocesser. Dessa kunde definieras i olika *strukturella karaktistika* korresponderande till den tidigare föreslagna indelningen av planeringssystemet. För de olika processerna kunde en beskrivning göras av *hur* de olika delarna var *organiserade* och *vilka kriterier* planeringssubjekten använde. Av beskrivningen framkom att respektive process skedde relativt autonomt då använda kriterier och tumregler inte kunde relateras till andra delar av systemet. Vidare saknades inom organisationen en *överblick över planeringssystemet*. Någon integration i egentlig mening mellan olika delar i lagerplaneringssystemet förekom ej.

Ett första steg mot integration är medvetandet om vilken *funktion* de olika delarna har i *planeringssystemet*. Den gjorda beskrivningen av lagerplaneringssystemet ger en överblick av de olika processerna och antyder dess funktioner i planeringssystemet. Således syftar lagerlokaliseringen bland annat till att svara för en leveransberedskap och service. På resursplaneringsnivån regleras resursanvändning genom sortimentsbeslut och bestämning av leveranstider. På operativa nivån bestäms hur de löpande besluten om varudistribution ska ske.

Om de olika delarnas *funktioner definieras utifrån organisationen* som helhet ges möjlighet att analysera lagerplaneringen som en del av ett vidare planeringssystem. På den strategiska nivån bör planeringen av lagerdepåer ske i överensstämmelse med företagets strategi för att möta miljöns behov av leveranser. Genom lagerlokaliseringen bestäms den struktur inom vilken övriga delar av lagerplaneringen kommer att verka. På resursplaneringsnivån ska den värdering göras som över bestämda tidsperioder definierar strukturen för den operativa verksamheten. På den operativa nivån ska en samordning av den löpande verksamheten planeras.

Vi kan alltså konstatera att de olika besluten leder till en successiv begränsning av handlingsfälten.

Detta förhållande utnyttjas vid formuleringen av en konceptuell modell över lagerplaneringssystemet. I denna modell anges dels operationella kriterier för respektive del av systemet, dels relationerna mellan de olika delarna. I den föreslagna modellen visas hur det är möjligt att ta hänsyn till hur olika processer är utformade genom att i modellen ställa dessa till varandra.

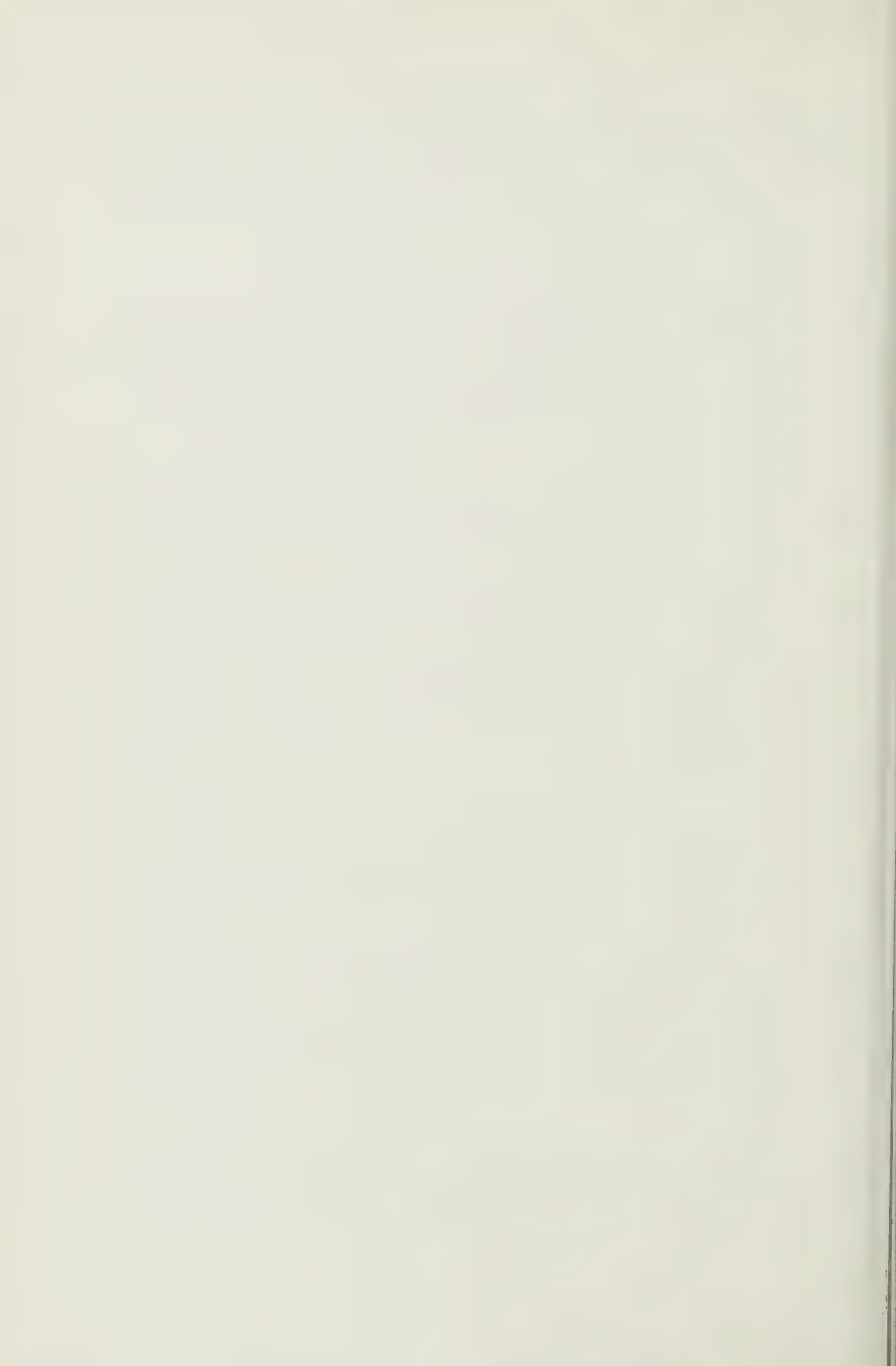
Således vidar denna modell på *interdependensen* mellan olika delar i det studerade systemet och pekar på behovet av att organisationen av olika delar i systemet ska stå i överensstämmelse. Denna typ av kunskap kan vara väl så väsentlig vid systemdesign som en mera direkt kunskap, som är knuten till modelleringen av en enskild process.

I den konceptuella modellen av lagerplaneringssystemet avgränsades denna planering från övriga delar av planeringssystemet. Detta innebär att denna planering behöver ske fristående från den övriga. Således bör lokalisering av lagerställen utformas i överensstämmelse med försäljningsstrategin. På resursplaneringsnivån kan besluten göras med hänsyn till företagets kriterier för resursfördelning, t ex påverkar kalkylräntans nivå sortimentsbredd och leveransintervall (likasom den löpande lagerstyrningen för perioden). På operativnivån finns möjligheter att genom lagersystemet ge prognosunderlag för kortsiktig produktionsplanering.

I anslutning till olika modellformuleringar angavs möjligheter att utnyttja teorier för lagerstyrning vid system för planering av olika processer och för implementering av dessa angavs olika förutsättningar.

Den empiriska studien visar på möjligheter att beskriva planeringssystem utifrån den föreslagna referensramen. I det studerade systemet identifierades olika processer, som kunde beskrivas i strukturella karakteristika. Detta gav en utgångspunkt för analys av såväl processernas funktioner i lagerplaneringssystemet som dess funktioner för systemet.

Ovanstående sammanfattar studien som *exemplifiering av referensramen genom identifikation, beskrivning och analys av planeringsprocesserna i ett speciellt delsystem.*



APPENDIX 2. FORMULERING AV EN SIMULERINGSMODELL

B.1 MODELLFORMULERING

B.2 SYSTEMSTRUKTURERING

B.3 SPECIFIKATION AV ANVANDA REGLER OCH PARAMETRAR

B.4 EXPERIMENT VID TEST

B.5 TOLKNING OCH FÖRSLAG TILL MODELLUTVECKLING

I detta appendix presenteras en modell över en lagerstation. Modellen har formulerats under förutsättningar att stationen arbetar med fasta beställningar mot en centralleverantör. I denna modell betraktas centralleverantören som den påfyllande enheten och från eventuellt andra leveranser bortses (jfr A.4.3). Modellen är alltså formulerad som en enkel lagerstation med fasta beställningstider mot en påfyllande enhet.

Modellen presenteras i följande punkter

1. Modellformulering.
2. Systemstrukturerings.
3. Specifikation av använda regler och parametrar.
4. Experiment vid test.
5. Tolkning och förslag till omformulering av modellen.

Vi presenterar här modellen som ett exempel på en simuleringsmodell.

B.1 MODELLFORMULERING

Som framgått av inledningen är denna modell formulerad för att utvärdera regler för ett prognoslagarsystem avseende en enkel lagerstation. Målsättningen för ett sådant styrsystem kan formuleras enligt följande: Minimera särkostnaderna för lagerhållningsfunktionen, dvs minimera summan av

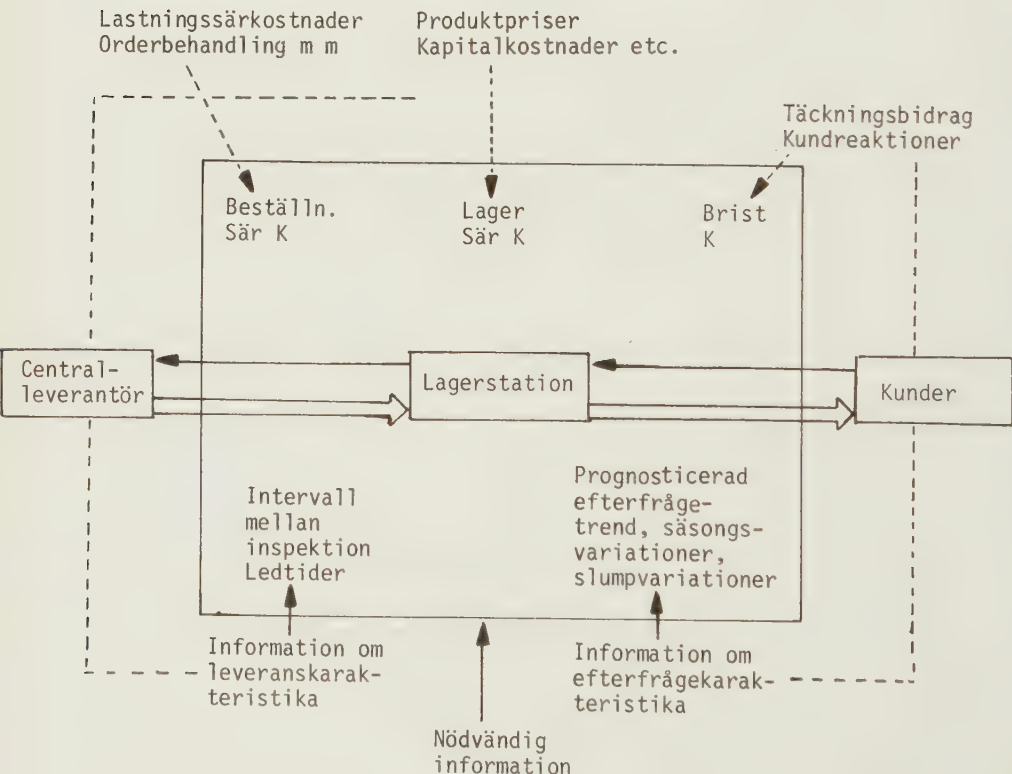
1. Lagerhållningssärkostnader
2. Bristkostnader
3. Beställningssärkostnader

Eller med en alternativ formulering: Minimera summan av lagerhållningssärkostnader och påfyllningssärkostnader vid en given servicenivå.

De regelmängder som användes vid denna typ är i huvudsak:

- a) Lagermodeller
- b) Prognosmodeller för kortsiktig prognosticering och regler för prognoskontroll.

Den för modellen nödvändiga informationen kan sammanfattas i nedanstående figur:



Om vi väljer att simulera detta system måste vi i modellen representera såväl det fysiska flödet som orderflödet samt med olika regler fastställa den nödvändiga information som behövs som input till beslutsregler.

Vi kan karakterisera modellförutsättningar i följande punkter:

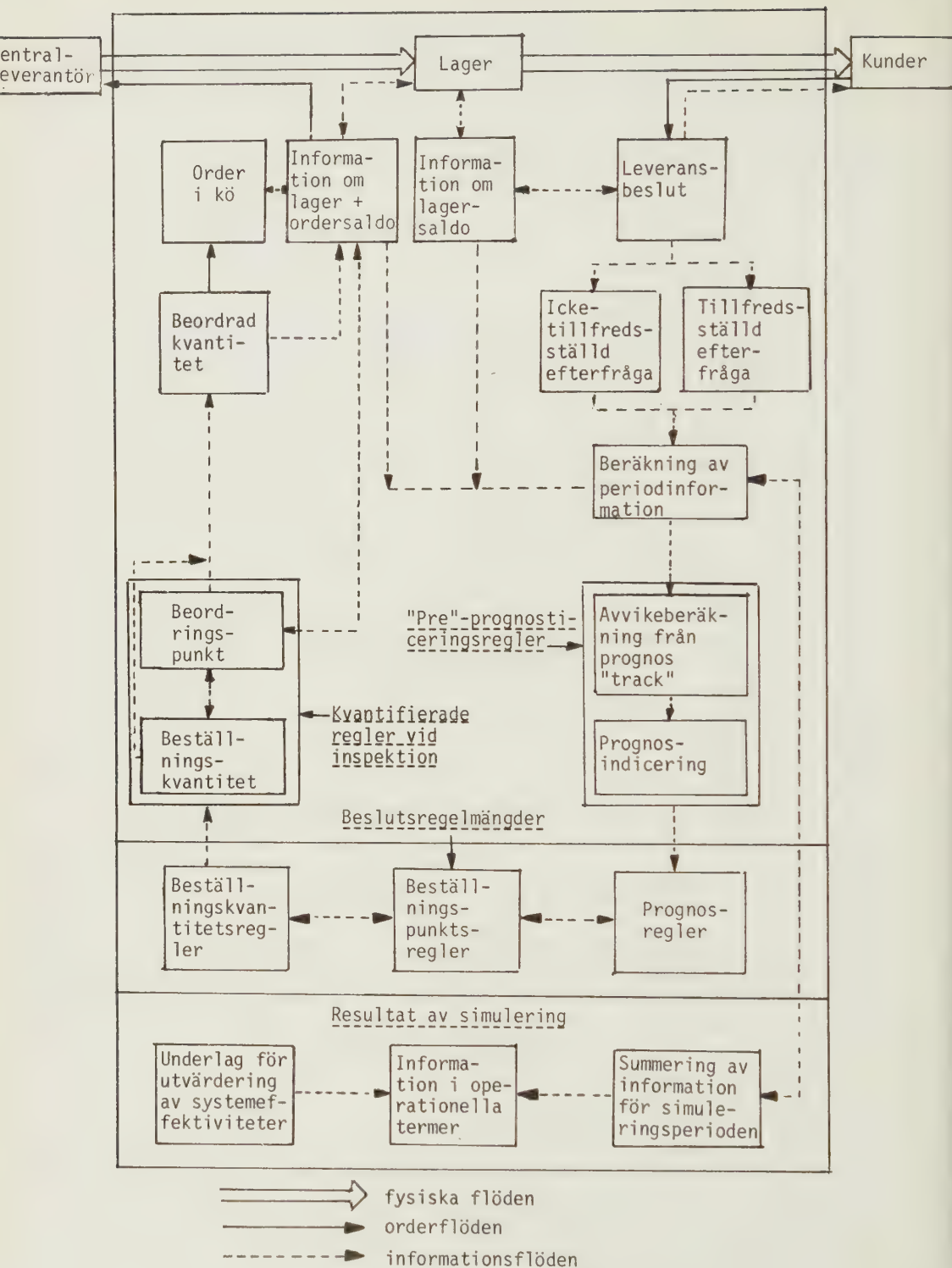
- a) Modellen ska innehålla algoritmer och/eller regler som används i normativt syfte.
- b) Modellen ska vara disaggregerad och innehålla olika kortsiktiga regler för beslut vid enskilda beställningar mot centralleverantör.
- c) Modellen ska innehålla alternativa regelsystem som gör att olika efterfrågeförlopp kan utvärderas.
- d) Olika processer i styrsystemet ska representeras t ex ska modellen innehålla beslutsregler, uppdateringar etc.
- e) Modellen ska representera systemet över tidsperioder som motsvarar beställningsintervall mot centralenhet.
- f) Modellen ska innehålla stokastiska variationer motsvarande slumpvariationer i efterfrågan.
- g) Olika styrregler i modellen är hämtade från lager- och prognosteori. Andra karakteristika baseras på beteendebaserade antaganden.
- h) Modellen har formulerats utifrån olika antaganden, som endast indirekt härrör från empiriska observationer.

Således använder vi här modellen i testsyfte för att pröva alternativa systemdesign i avsikt att utvärdera resultat av olika regelkombinationer.

B.2 SYSTEMSTRUKTURERING

B.2.1 Definition av systemets delar

Genom en figur över simuleringsmodellen anges modellens delar och relationerna mellan dessa. Denna visas på nästa sida med fysiska-, order- och informationsflöden.



Figur B:2 . Blockschema över simuleringsmodellen.

Överst på sidan anges det fysiska flödet. Från kunder går ett orderflöde till lagerstationens leveransbeslut. För att fatta beslut om leverans erfordras information om fysiskt lagersaldo. Leveransbeslutet kan innebära antingen att a) leverans sker genom fysiskt flöde varvid lagersaldona subtraheras med denna kvantitet eller b) att leverans icke sker, vilket urmärks genom informationsflöde till kunder. Denna information ackumuleras i två block, icke tillfredsställd och tillfredsställd efterfrågan.

Den andra delen av det fysiska flödet går från centralleverantör till depålager. Detta regleras vid periodvis återkommande inspektions-tillfällen vid depålager. I figuren finns utmärkt kvantifierade regler vid inspektion. Vid inspektion jämförs värdena på dessa med information om lager + ordersaldo. Om det visar sig att beställning erfordras sker en bestämning av beordrad kvantitet. Den beordrade kvantiteten ger upphov till order, vilka tidsmässigt läggs in i kö. Vidare uppdaterar registret information om lager + order. Efter leveranstid från centrallagret ger ordena upphov till fysisk påfyllnad av depålagrets lager, med åtföljande registrering på lagersaldon och med justering av order i kö.

Information från de här beskrivna blocken ackumuleras och bearbetas i blocket "beräkning av periodinformation". Den så behandlade informationen går periodvis till "preprognosticeringsregler". Där sker en bestämning av om avvikelser från prognos kan betraktas som onormal och vidare sker en indicering per vara om vilken prognosmodell som ska användas.

Från "prognosticeringen" går informationsflödet till de i modellen använda beslutsregelmängderna. Dessa är prognosregler, beställningspunktsregler och beställningskvantitetsregler. Vi har härvid fullbordat flödet för den operativa modellen, då som output från beslutsregelmängder kommer kvantifierade regler vid inspektion.

För utvärdering av modellen går ett ackumulerat informationsflöde från beräkning av periodinformation till "resultat av simulering".

B.2.2 Klassificering av modellelement

De i modellen ingående elementen kan grupperas i olika klasser. Vi har använt oss av *Naylors* indelning i exogena variabler, operationskarakteristika, parametrar, statusvariabler, endogena variabler och identitetsrelationer. Vi exemplifierar indelningen genom angivande av olika parametrar, som grupperats efter hur de använts i modellen.

Parametrar:

Grundvärdeefterfråga

Trendförändring

Säsongsfaktor

Medelefterfråga period i

Varians " period i

} Efterfrågepara-
metrar (vara m)

} Vid gruppering
av exogena va-
riabler

Lagerhållningssär K

Ordersär K

Brist K

} Kostnadsparametrar
i lagermodeller

Exponentiell utjämningsfaktor

Säsongsex

} Parametrar i
prognosmodeller

Inspektionsintervall

Leveranstid

} Parametrar i beställ-
ningspunktmodeller

Startnivålager

Startvärdeprognos

Startvärde trendfaktorprognos

} Ex. startvärden

Periodlängd efterfrågegene-
rering

Periodlängd mellan förändring
av orderkvantitet, beställ-
ningspunktprognos

Max. längd simulering

} Simuleringsparametrar

B.2.3 Modellstruktureringen

Modellen består som program av tre huvuddelar.¹⁾

1. En initieringsdel innefattande bl a parameterkort, initierande av "looper", startberäkningar av prognoser samt nollställningar av variabler som ackumuleras.
2. De ekvationer som är nödvändiga för att över tiden styra och registrera flöden.
3. Ekvationer för summering av information, beslutsregler för behandling av information och beordring om utskrifter.

För att få överblick över programmet utnyttjades en grövre flödesplan, som i stort motsvarade olika "block" av delberäkningar typ säsongsberäkningar. Användandet av en grövre flödesplan förenklar de olika ändringar i modellen som successivt görs under utnyttjandet. För olika delar av modellen kompletteras program med detaljerade flödesplaner.

B.3 SPECIFIKATION AV ANVÄNDA REGLER OCH PARAMETRAR

B.3.1 Exogena variabler

Den här redovisade modellen är av testkaraktär och utnyttjar inte direkt empiriska data. Däremot avser den att representera en "typisk" verklighet och formulerades parallellt med empiriska studier av ett lagersystem. (Jfr App. I). I modellen genereras efterfrågeförlopp med olika trender, säsongsvariationer och med slumpvariationer.

I testen ingick fyra olika trendframskrivningar: A. Ingen trend, B. Konstant stigande, C. Stigande över halva perioden därefter ingen trend, D. Stigande - fallande. Trendframskrivningarna A och B har - något förenklat - motsvarigheter i produktens livscykel. Fallen C och D är mer onormala och formulerades för att regelkombinationernas känslighet skulle testas. I modellen användes olika säsongskoefficienter och slumpvariation inträffar genom att efterfrå-

1) Modellen är programmerad i FORTRAN och innehåller 900 kort (inkl. kommentarkort).

gan per bastidsperiod (vecka) förutsättes normalfördelad.

En naturlig fortsättning av test mot exogena variabler är att köra modellen mot olika uppsättningar deterministiska data som hämtas från försäljningsstatistik över olika produkters försäljning.

B.3.2 Lagerregler

De lagermodeller som används vid olika körningar är:

1. En beställningspunkt - beställningsnivå (s,S) modell utan iteration mellan säkerhetsfaktor och beställningskvantitet.
2. En beställningspunkt - beställningsnivå (s,S) modell med iteration mellan säkerhetsfaktor och beställningskvantitet.
3. En beställningspunkt - orderkvantitet (s,nq) modell med iteration mellan säkerhetsfaktor och beställningskvantitet.
4. En gemensam beställningspunkt och beställningsnivå (S) modell.

I samtliga dessa modeller uträknas säkerhetsfaktorn analytiskt.²⁾

Vi exemplifierar modellernas uppbyggnad efter fall 1 - (s,S) modellen utan iteration.

SL = Säkerhetslager

SF = Säkerhetsfaktorer

D = Prognosticerad medelefterfrågan per vecka (bastid)

s_p = Prognosticerad standardavvikelse per vecka

IP = Inspektionsintervall uttryckt i antal veckor

LT = Leveranstid uttryckt i antal veckor

$$1) \quad SL = SF \times s_p (IP \times LT)^\beta \quad (\text{vid Poissonfördelning, } \beta = 0.5)$$

$$2) \quad S = D(LT + IP) + SL$$

och om q = beställningskvantitet

$$3) \quad S = s + q - \frac{IP \times D}{2}$$

2) Modellerna är tillämpbara för "lost sales" fallet. De och order-rutiner kan ändras så att de är tillämpbara för "backorder" fallet. Tilläggas kan också att modellerna vid givna parametervärden är känsliga för förändringar av säkerhetsfaktorer.

I detta fall utan iteration mellan bestämning av säkerhetsfaktor och beställningskvantitet bestäms den senare enligt Wilson-formeln. Med följande beteckningar blir detta uttryck:

C_1 = Inköpssärkostnad

C_2 = Lagerhållningskostnad per period

D_p = Efterfråga per period (prognos)

$$q = \sqrt{\frac{2 \times C_1 \times D_p}{C_2}}$$

Säkerhetsfaktorn bestäms vid normalfördelning enligt följande:

C_3 = Bristkostnad per enhet

$$F(SF) = \frac{C_3}{C_3 + C_2 \times \frac{q}{D_p}}$$

Det framräknade värdet på $F(SF)$ omvandlas till antalet standardavvikelser från medelvärdet, vilket ger säkerhetsfaktorn. I dataprogrammet sker detta genom en tabell, som är en subrutin i programmet.

I de senare fallen innefattas den förväntade bristkostnaden i beräkningen av q och genom iteration vid beräkning av säkerhetsfaktorn. För att beräkna den förväntade bristkostnaden har en tabell för förlustintegralen³⁾ använts som subrutin.

I sammanfattning har vi alltså använt relativt grova modeller⁴⁾ och inte prövat⁵⁾ flerperiodiska dynamiska modeller.

3) Från *Schlaifer*, 1959.

4) Vi har t ex bortsett från att lagret i vissa fall tömmes - i detta fall inträffar detta sällan och med korta tidsintervaller, varför approximationen kan vara försvarbar. För problemställningen (B.1) har ej Clark-Scarf algoritmen utnyttjats. Se *Clark & Scarf* "Optimal policies for a multi-echelon inventory problem", *Management Science*, 1960, July.

5) En jämförelse mellan dynamiska modeller och olika approximativa metoder har gjorts av *Wagner, O'Hagan & Lundh* "An empirical investigation of exactly and approximately optimal inventory policies", *Management Science*, 1965, May.

B.3.3 Prognosmodeller

I programmet finns inlagd dels en modell med enkel exponentiell utjämning, dels en modell med trendfaktor. I det senare fallet finns olika alternativa förfaranden. Så har t ex *Holt*⁶⁾ och *Winters*⁷⁾ utvecklat tekniker med användande av två olika utjämningskoefficienter. *Brown* har utvecklat alternativa tekniker:

A. Dels en teknik som innebär tre steg:

1. Enkel exponentiell utjämning av ett grundvärde
2. " " " " en trendfaktor
3. En addering av en grundvärddel och en trenddel.

B. Dels en teknik (dubbel exponentiell utjämning), där exponentiell utjämning används för att utjämna den tidigare utjämnade prognosen.⁸⁾

I jämförande analyser⁹⁾ av dessa tekniker har den intressanta slutsatsen dragits att de båda förstnämnda teknikerna och Browns förslag är gruppvis ekvivalenta i så måtto att man vid vissa relationer mellan parametrarna inom vissa intervall får samma resultat. Divergensen säges vidare, för de parametervärden som används i praktiken, vara så liten att den kan bortses ifrån. Ur hanterbarhetssynpunkt förefaller Browns tekniker enklast.¹⁰⁾ Enligt Brown har dock den dubbla exponentiella utjämnningen tendenser att oscillera vid plötsliga ändringar i efterfrågan.¹¹⁾ Den teknik som valts är alltså den förstnämnda av Brown.

6) *Holt*, 1957.

7) *Winters*, "Forecasting sales with exponentially weighted averages" i *Management Science*, 1960, April.

8) *Brown*, 1963 och *McMillan & Gonzales*, 1965, kap. 10.

9) *Ward*, "The comparison of exponentially weighted prediction", *The Statistician* 1963, No 3 och *Gullander*, 1970, A, kap 2.

10) *Harrison*, "Exponential smoothing and short-term sales forecasting", *Management Science*, July 1967. I denna artikel jämförs Browns teknik enligt A) med Holts och som slutsats dras att Browns modell maximalt är 1.6 % sämre än Holts men att fördelarna med Browns enklare angreppssätt överväger den försämring av prognosen som i extremfall kan ske.

11) *Brown*, 1959, s. 67-70.

I detta fall rekommenderas samma α -koefficient för grundvärde och trendutjämning.¹²⁾

Någon multiplikativ trendmodell t ex "triple exponential smoothing" användes ej, då modellen enbart avsåg korttidsprognostisering. I programmet beräknas först årlig prognos som genom multiplikation med säsongsfaktor omvandlas till prognos per 4-veckorsperiod. Genom enkel division framräknas prognosen per bastidsenhet.

För vardera prognosmodellen inprogrammerades två α -faktorer (0.08 och 0.16).

Betydligt mer komplicerad är prognostisering av standardavvikelsen för prognosfel. Beräkningarna skedde i flera steg.¹³⁾

B.3.4 Prognoskontroll-regler vid prognosavvikelser

En relativt enkel modell har inprogrammerats¹⁴⁾ för prognoskontroll som endast innebär ändring av parametervärden.

Modellen kan verbalt beskrivas enligt följande:

A. Till ett ackumulerat summatal adderas respektive subtraheras periodens positiva eller negativa avvikelse.

12) Jfr användning av *Jääskeläinen*, 1970. kap. 2 och *Buffa*, 1968, kap. 2.

13) 1. En beräkning av standardavvikelsen för prognosavvikelsen per vecka under perioden i antalet enheter. Detta sker genom att a) Den framräknade absoluta avvikelsen för perioden multipliceras med en faktor som ger oss standardavvikelsen för periodens prognosfel. b) Standardavvikelsen för periodens prognosfel omvandlas till prognosfel för vecka.
2. Omvandling av detta tal till ett relationstal i förhållande till veckomedelefterfråga.
3. Korrigering av säsongeffekter och beräkning av procentuell standardavvikelse uttryckt i relativ standardavvikelse per vecka som ett årsgenomsnitt.
4. Enkel exponentiell utjämning av detta tal.
5. Justering av årsprognosvärdet för kommande periods säsong. I princip invertering av multiplikationsfaktorn i steg 3.
6. Framräkning av antal enheters standardavvikelse för prognosfel per vecka.

14) *Brown*, 1963, kap. 19 och 20.

- B. Prognosfelet i absoluta tal utjämnas med enkel exponentiell utjämnning.
- C. En jämförelse sker av kvoten mellan dessa båda tal och mellan på förhand beräknade kontrollgränser.
- D. Om kvoten faller inom kontrollgränserna åsätts variabeln INIT värdet 0.
- E. Om kvoten faller utanför kontrollgränserna sätts däremot variabeln $INIT = 1$.
- F. Före prognosticeringen undersöks värdet på $INIT$ och om detta är lika med 1, höjs utjämningskoefficienten till det dubbla.
- G. Grundvärdena utjämnas så med de i programmet fastställda utjämningskoefficienterna.
- H. Efter genomgång av prognosen sker om $INIT = 1$ en återställning av utjämningskoefficienterna till ursprungsvärden. Vidare sätts den ackumulerade periodavvikelsen = 0 och ett nytt teoretiskt förväntat värde på medelavvikelsen framräknas.

Beräkningarna av kontrollgräns och nytt förväntat medelfel ansluter till i Brown visade algoritmer.¹⁵⁾

Efter provkörning användes prognoskontroller i samtliga program.

B.3.5 Periodlängd mellan beslutsregelberäkning

I vår modell gör vi experiment med olika periodlängder mellan beslutsregelberäkningar. I ett helt integrerat datastyrt system hade detta varit relativt ointressant. Vi kan dock ha sådana administrativa förutsättningar att även denna problemställning kan vara relevant. I modellen varierar vi periodlängden till fyra, åtta och tolv veckor. För vardera alternativen kan vi sedan för kombinationerna av övriga beslutsregler fastställa kostnadskonsekvenserna för respektive periodlängd.

B.3.6 Övriga parametrar

I programmet användes fyra produkter med olika pris. De parametrar som är direkt produktanknytna är:

15) Brown, 1963, s 290.

Inköpssärkostnad = C_1
Lagerhållningskostnad = C_2
Bristkostnad = C_3
Inspektionsintervall = IP
Leveranstid = LT

Beträffande de olika kostnaderna har vi i föregående angett metoder för att bestämma dessa. I simuleringsmodellen har kostnadsparametrarna åsatts subjektivt bestämda värden vilka använts vid samtliga körningar.

I sammanfattning: Bristkostnaden gavs ett högt värde (1/2 av inköpspris), lagerhållningssärkostnaden ett "normalvärde" (18 % - 20% av inköpspris) samt inköpssärkostnaden ett "normalvärde" (sett i relation till efterfråga per bastidsenhet och pris).

I simuleringen har inspektionsintervallet varit konstant (1 vecka = 1 bastidsenhet).

Modellens parametrar är således enbart approximationer av rimliga värden.

B.3.7 Sammanfattning - parametrar och regelmängder

När man talar om att lösa en simuleringsmodell, avses att man från specificerade startförutsättningar låter modellen räkna fram värdet på vissa resultatvariabler. Sammanfattningsvis kan vi konstatera att vi vid lösningarna använt:

Fyra efterfrågegenereringar

Två olika prognosmodeller med vardera två utjämningskoefficienter

En prognoskontrollmodell

Fyra olika lagermodeller

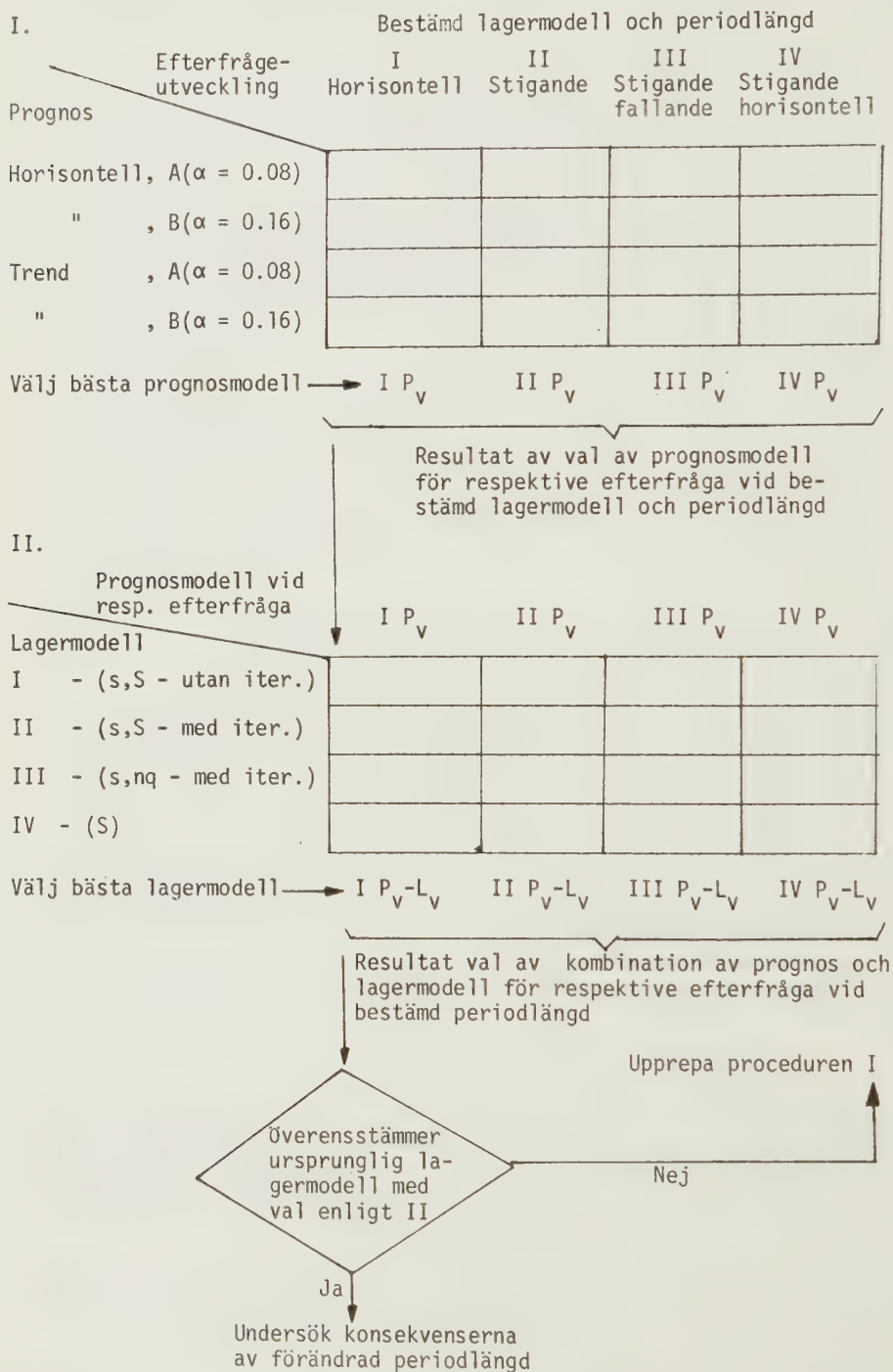
Tre olika periodlängder

B.4 EXPERIMENT VID TEST

De utförda testerna har gjorts med avsikt att tolka modellens egenskaper i relativt grova drag. Analysen har inriktats på värdering av beslutsregler vid en given parameterkombination. I relation mellan prognos- och efterfrågegenerering hade jag klara hypoteser om vilka resultat modellen skulle generera. I de enkla fallen kunde dessa hypoteser direkt verifieras, däremot framkom resultat vid test med olika lagermodeller som inte var väntade.

B.4.1 Principiell uppläggnig av test

Den principiella uppläggnigen framgår av nedanstående figur:



III.

Vald kombination av
regelmängder för
prognos och lager

Periodlängd	I $P_V - L_V$	II $P_V - L_V$	III $P_V - L_V$	IV $P_V - L_V$
I (4 v)				
II (8 v)				
III (12 v)				

Resultat utvärdering av förändring av period-
längd vid bestämda prognos- och lagerregler

Ovanstående schema följer alltså en sekventiell procedur och resultaten som ligger till grund för utvärdering av de givna regelmängderna är uttryckta i lagersärkostnader.

Tilläggas bör att jag i samband med testen vidtog olika åtgärder för att dessa skulle ske under någorlunda kontroll.¹⁶⁾

B.4.2 Resultat av testkörningar

För den första serien, med olika prognosmodeller och med en lagermodell (s,S) - med iteration, bekräftades entydigt förutsättningarna mellan efterfrågegenerering och prognosmodell.¹⁷⁾

Vid fall 1 gav den horisontella modellen bäst resultat med marginellt bättre resultat för låg α -konstant.¹⁸⁾

Vid fall 2 gav trendmodellen bäst resultat med marginellt bättre resultat för låg α -konstant.¹⁹⁾

16) Detta gällde i första hand val av startvärden och körningslängd - där jag använde olika tumregler. Dels gjordes en granskning med utskrifter av de tidigaste bastidsenheter, dels kördes modellen (för fall 1) över olika periodlängder. Jag valde sedan en körningslängd på 120-bastidsenheter. Vidare kan nämnas att samma slumpvalssekvenser använts vid olika test och att jag genom intervallvis återkommande utskrifter kunnat granska utfallen över tiden.

17) Jag ville här också ha ett test på om modellen fungerade.

18) "Jämförelsesiffror" 26.048 - 26.087.

19) "Jämförelsesiffror" 37.130 - 37.443.

Vid fall 3-4 gav trendmodellen med hög α -konstant bäst resultat, där-
efter trendmodeller med låg α -konstant och sedan horisontell modell
med hög α -konstant.²⁰⁾

Efter dessa föga förvånande testresultat användes således "bästa"
prognosmodell för en jämförelse mellan de olika lagermodellerna.
Från denna test visades att S-modellen gav klart sämre resultat under
de givna förutsättningarna. För övriga modeller kunde så långt inga
entydiga slutsatser dras, utan för resultatjämförelser genomfördes
test 1 för de två återstående modellerna.

Vid parvisa jämförelser framkom mellan (s,S) - utan iteration (I) och
med iteration (II) att avvikelserna var relativt små. Detta kan för-
klaras utifrån det höga värdet på säkerhetsfaktorn vilket leder till
att modell II:s satsstorlek endast blir obetydligt större. I några
fall gav modell I marginellt bättre resultat. Detta var vid fall där
prognoserna låg nära verkliga utfall.

Vid en jämförelse mellan modell II (s,S-iteration) och modell III
(s,nq-iteration) fick jag resultat som var motsatta mot den hypotes
som jag hade vid användandet av denna modell, nämligen att (s,nq)-
modellen enbart obetydligt skulle avvika från (s,S)-modellen.

Vid närmare analys visade det sig att två olikheter i beställnings-
systemet kunde uppkomma.

I. Vid för lågt prognosticerade värden på efterfrågan kan den situa-
tionen uppkomma att lager + order faller mer än en bastidsperiods
efterfrågan under beställningspunkten. (s,nq)-modellen beställer
trots detta endast den framräknade ekonomiska orderkvantiteten, medan
(s,S) beställer upp till den framräknade nivån på beställningsnivån
som är lika med: Beställningspunkt + ekonomisk orderkvantitet - en
halv efterfråga under inspektionsintervall. Detta innebär att vid
för låga prognoser på efterfrågan blir antalet beställningar fler
för (s,nq)-modellen och följaktligen blir också bristsannolikheterna
större.

20) "Jämförelsesiffror" fall III - 33.366 - 35.371 - 38.531.

II. Vad beträffar att (s,nq) -modellen i övrigt (undantaget en relativt liten avvikelse) ger bättre resultat så kan en trolig orsak härledas från följande.

Vid varje beställning med (s,S) -modellen så sker en avvikelse från optimalkvantitet genom att en beställning sker med differensen mellan en beställningspunkt och ett 'lager + ordersaldo', medan (s,nq) -modellen varje gång bestämmer en formelmässigt optimal kvantitet. Under förutsättningen att de negativa prognosavvikelserna ej är stora bör alltså denna modell ge något bättre resultat.

I vårt fall var vid bästa prognosalternativ differenserna 1 - 2 %. Självfallet gäller liksom vid övriga jämförelser att med endast en slumpaltsserie och inom en mängd parametrar, så kan vi inte dra några generella slutsatser från så små differenser.

Slutligen vad beträffar val av beräkningsintervall ger resultaten entydiga resultat, nämligen att även vid relativt måttliga säsongsvängningar så kommer resultaten att i hög grad negativt påverkas av förändrad periodlängd.

Sammanfattningsvis kan resultaten av testkörningarna summeras:

- a) Val av prognosmodell och koefficientvärde (gäller fall 3 och 4) är av stor betydelse för att lagersystemet ska fungera effektivt. Schablonmässigt valda prognosmodeller och α -koefficienter kan alltså leda till synnerligen ogynnsamma konsekvenser.
- b) Med våra parametervärden var (S) -modellen ogynnsam. Vi kunde vidare vid goda prognoser inte finna några större skillnader mellan (s,S) -modellen med iteration och mellan (s,S) -modellen utan iteration. Vid övervägande delen av goda prognosmodeller gav (s,nq) -modellen något bättre värden än övriga lagermodeller.
- c) Även vid de i vårt fall relativt måttliga säsongsvängningarna gav modellen stort utslag för längre tidsintervall mellan uppdatering av värden för lagerstyrningspunkter.

Sammanfattningsvis kan konstateras att vi vid våra modelltester endast behandlat ett relativt begränsat antal beslutsregelkombinationer.

ner och mätt effektiviteten med totala lagersärkostnader. Ett mer utvidgat experiment kan innefatta en algoritmserie eller sökprocedur för ett större antal alternativ. Ur presentationssynvinkel bör det vidare vara av intresse att illustrera vissa flöden över tiden. Slutligen kan vi, speciellt vid känslighetsanalys av parametrar, också vara intresserade av individuella kostnader eller andra resultatvariabler, typ bundet kapital i lager.

B.5 TOLKNING OCH FÖRSLAG TILL MODELLUTVECKLING

Om vi först granskar modellen ur mer generell synvinkel kan konstateras: Modellen innebär att vi kan registrera och med användande av vissa specificerade beslutsregelmängder styra de genom modellen genererade flödena. Beslutsregelmängderna är generella i den meningen att de bearbetar den givna informationen för beräkning av:

- a) Prognoser med eller utan trendfaktor, säsong och slumpavvikelser.
- b) Effekten av alternativa lagerregler.
- c) Avvikelsen från prognos registreras genom prognoskontroll och parametervärden korrigeras vid överstigande av vissa gränser.

Inom denna ram sökes den kombination av beslutsregler som ger lägst totala särkostnader. Härvid kan följande egenskaper uppmärksammas.

- 1. Vi kan använda en iterativ procedur vid bestämning av orderpunkt och beställningskvantitet. Härvid ingår standardavvikelse av prognosfel vid bestämning av säkerhetslager.
- 2. I modellen kan prognoser utföras även för nästa period. Denna prognos är relevant då tiden för "leverans och inspektion" går in i nästa period. Detta förhållande är särskilt viktigt om:
 - a) leveranstiden är lång
 - b) säsongfluktuationerna är starka
 - c) trenden är kraftig.
- 3. I programmet finns möjlighet att registrera och beräkna standardavvikelse för prognosfel. Detta tal kan beräknas för de förväntade säsongerna.
- 4. Vi har i programmet möjlighet att kontrollera och automatiskt vidtaga åtgärder vid prognosavvikelse s k prognoskontroll.

Samtliga ovannämnda punkter kan ingå i ett automatiserat lagerstyrningssystem och simuleringens funktion bör i detta fall vara att vid vissa intervall bestämma bäst lämpade beslutsregelmängder.

Modellen kan regelmässigt förfinas genom:

- a) Förändring av lagerregler
- b) Förändring av prognosregler
- c) Förändring av prognoskontroll

Beträffande punkten a) är det uppenbart att vi här utnyttjat relativt enkla algoritmer och varken undersökt modeller med olika sökregler eller dynamiska flerperiodiska modeller.

Beträffande punkten b) är det möjligt att använda någon av de tidigare omnämnda prognosmodellerna. Framförallt bör olika säsongmodeller prövas. En enkel och föga arbetsam utvidgning av regler för prognostisering bör vara att även pröva Browns dubbla exponentiella utjämning samt IBM:s standardprocedur för säsongkoefficientbestämning.

Den tredje punkten prognoskontroll är kanske den mest intressanta vid simuleringsförsök. *Triggs*²¹⁾ vidareutveckling av Browns modell som i korthet innebär att "track"-värde bestäms som en kvot mellan utjämnat fel har fördelar gentemot Browns bl a då utjämnad absolut avvikelse kontrollgränser revideras oftare och α -värdet kan sättas som absoluta värdet av kvoten.²²⁾ Olika heuristiksförfaranden har vidare redovisats i artikelform,²³⁾ där effektiviteten av de föreslagna ansatserna testats med simulering. Ett av de mer intressanta förslagen²⁴⁾ är att så länge skillnaden mellan verkligt utfall och prognos är i en riktning så ökas också α -konstanten, men då riktningen ändras (t ex från + till -) så återgår α -koefficienten till ett ursprungsläge. En tänkbar vidarutveckling borde alltså vara att pröva Triggs spårnings-

21) *Trigg*, "Monitoring a forecasting system", Operational Research Quarterly, 1965 (s 271-279).

22) *Trigg & Leach* "Exponential smoothing with an adaptive response rate". Operational Research Quarterly, 1967 (s. 271-279).

23) Bl a *Chow* "Adaptive Control of exponential smoothing constant", Journal of industrial engineering, 1963, No 5 och *Rao & Shapiro* "Adaptive smoothing using evolutionary spectra", Management Science, 1970, November.

24) *Husack*, Forecasting inventory requirements", CORS, 1970, nr 3.

signal och även registrera avvikelsernas riktning för att på så sätt kombinera dessa metoder. Konkret bör detta kunna ske genom att vid varje "tracksignal" öka α -koefficienten om riktningen är oförändrad och när riktningen ändrar tecken återgå till ursprungligt värde på α -koefficient.

En annan utveckling av modellen är att beakta beroendeförhållanden mellan olika komponenter i ett lagersystem och därmed förändra systemets gränser.

Som genomgående understrukits har modellen endast använts i testsyfte utan empiriska data och med olika förenklingar t ex har inte känslighetsanalyser av kostnadsparametrar gjorts.

I *sammanfattning* kan alltså modellens funktion vara att utvärdera olika regelsystem, där användningen föregås av analys av efterfrågedata och kostnadsparametrar. Modellen har beskrivits utifrån följande faser; modellformulering, systemstrukturering, specifikation av regelmängder och parametrar, experiment vid testkörningar, tolkning och förslag till modellutveckling.

LITTERATURFÖRTECKNING

Abe, D, Corporate model system, i Schrieber, G, Corporate simulation models, Seattle 1970. (5.2.3)

Ackoff, R L, Progress in Operations Research I, New York 1961. (5.1), (5.2.1)

Ackoff, R L, Scientific Method: Optimizing Applied Research Decisions, New York 1962. (2.1.1), (2.1.2), (2.1.4), (2.2.1), (6.2.1)

Ackoff, R L, Management Misinformation Systems, Management Science, May 1968. (2.1.2)

Ackoff, R L, A Concept of Corporate Planning, New York 1970. (3.1), (3.2.1), (4.2.4)

Ackoff, R L, On System - Control Systems, opubl. stencil, Philadelphia 1971. (4.1.3)

Ackoff, R L & Emery, J C, On purposeful systems. An interdisciplinary analysis of individual and social behavior as a system of purpose events, New York 1972. (3.3.1)

Ackoff, R L & Sasieni, M W, Fundamentals of operations research, New York 1968. (2.1.2)

Aigner, D, A note on verification of computer simulation models, i Management Science, 1972, July. (6.3.3.2)

Alderson, W, Marketing Behavior and Executive Action, Homewood 1957. (4.2.2.1), (4.2.4)

Alderson, W, Dynamic Marketing Behavior, Homewood 1965. (4.2.2.1)

Alderson, W & Green, P, Planning and Problem Solving in Marketing, Homewood 1964. (4.2.2.1)

Amstutz, A, Computer Simulation of Competitive Market Response, Cambridge 1967. (2.1.2), (3.3.2), (6.1.2), (6.3.1.2), (6.3.2.2), (6.3.2.2), (6.3.5.1), (7.1.1.2), (7.1.2)

Amstutz, A . & Claycamp, H J, Simulation techniques in analysis of marketing strategy: Application of the sciences in marketing management, 1966. (5.2.3), (6.3.2.2)

Anderberg, C, Interna arbetsrapporter. (A.2.1.2)

Anderberg, C, Lokaliseringsplanering i system med flera lagerställen. Lund 1974, stencil. (A.5.1)

- Anderberg, C*, Modell för bestämning av sortiment på depålager. Lund 1971, stencil. (A.5.1)
- Andersin, H*, Simulation and Design of Quota setting procedures, Helsingfors 1969. (5.2.1), (6.3.1.2), (6.3.2.2), (6.3.5.1), (6.3.5.2) (7.3.1)
- Andersin, H & Sulonen, R*, Simuleringsteknik, Lund 1972. (6.2.2), (6.3.2.2)
- Andersson, J*, Operations Research and Long-Range Planning, Cleveland 1966. (4.4.1)
- Andersson, R & Bjerke, B*, Dynamisk kapitalplanering, Lund 1971. (2.1.2)
- Andersson, R & Bjerke, B*, Om val mellan matematisk programmering och simulering, Lund 1973, stencil. (2.1.2)
- Andersson-Rosling, K*, Interna arbetsrapporter. (A.2.2.1), (A.4.3)
- Andersson-Rosling, K*, Modell för bestämning av tidsintervall mellan leveranser från centrallager till depålager, Lund 1970, stencil. (A.5.1)
- Andreasson, I*, Antithetic Methods in Queueing Simulations, Stockholm 1972. (6.3.4.2)
- Andreasson, I*, Simuleringsmetodik, Stockholm 1973, stencil. (6.0), (6.2.2), (6.3.4.2), (6.3.4.1)
- Ansoff, H I*, The state of the art in making plans - some comments on the illstructured problem, i Bibliography on planning, New York 1960. (2.1.2), (4.4.1)
- Ansoff, H I*, Corporate Strategy, New York 1965. (2.1.2), (4.2.1.1)
- Ansoff, H I & Brandenburg, R*, A program of research in business planning, Management Science, 1967, February. (4.1.2), (4.4.2)
- Ansoff, H I & Slevin, D*, An Appreciation of Industrial Dynamics, Management Science, March 1968. (2.2.2)
- Anthony, R*, Planning and Control Systems, Boston 1965. (4.2.1.1)
- Asplund, J*, Sociala egenskapsrymder, Uppsala 1969. (1.1)
- Aronsson, L, Hägg, I & Wiedersheim-Paul, F*, Att använda modeller i företagsekonomi, Lund 1972. (2.1.2)
- Ashby, R*, An Introduction to Cybernetics, London 1965. (3.1)
- Armér, S*, Simulation for planning an integrated production shop, IAG Quarterly 1969, 4. (5.2.1)

Arwidi, O, Simulering - Ett analysverktyg vid olika planeringsnivåer i en organisation, Lund 1971. (3.2.2), (4.1.3), (A.1.1)

Arwidi, O & Malm, A T, Planeringssystem - En ram för analys och konstruktion, Lund 1973. (1.1), (4), (4.1.1)

Åxelsson, G & Lindquist, L, Systembeskrivning inom ...
Lund 1970, stencil. (A.2.4)

Balderston F & Hoggatt, A, Simulation of Market Processes, Berkeley 1962. (5.2.3), (6.3.1.2), (6.3.2.2), (6.3.5.2), (7.1.1), (7.1.1.1), (7.

Balderston, F & Hoggatt, A, Symposium on Simulation Models: Methodology and Applications in Behavioral Sciences, Cincinnati 1963.
(7.1.1.1), (7.1.1.2)

Beer, S, Cybernetics and Management, London 1959. (3.1)

Beer, S, Decision and Control, London 1966. (2.1.3)

Beer, S, Brain of the Firm. The managerial cybernetics of organization
London 1972. (2.1.3), (3.3.3), (4.2.3)

Beer, S & Ackoff, R L, In Conclusion: Some Beginnings, i Aronofsky, J, Progress in Operations Research, New York 1969. (6.1.1)

Bellman, R, Adaptive Control Process: a guided tour, Princeton 1961.
(2.1.4)

Bennett, J, Why Simulate? Ingår i Hollingdale, S, Digital Simulation, London 1967. (5.1)

Bierman, H, Bonini, C, Fouraker, L & Jaedicke, R, Quantitative Analysis, Homewood 1965. (A.5.1)

Bjerke, B, Företaget som ett adaptivt styrsystem. Produktionsstyrning i en föränderlig miljö, Lund 1970. (2.1.2)

Blumenthal, S, Management Information Systems. A Framework for Planning and Development, Englewood Cliffs 1969. (6.1.2)

Bonini, C, Simulation of Information and Decision Systems in the Firm, Englewood Cliffs 1963. (3.2.2), (3.2.3), (3.3.1), (6.3.2.i), (6.3.4.2), (6.3.5.2), (7.2.1)

Bonini, C, Simulation of Organizational Behavior, i Bonini, Jaedicke, Wagner, Management Controls, 1964. (5.2.2)

Borgquist, L & Holmberg, L, Den medicinska beslutsprocessen, Lund 1970, stencil. (4.2.2.5)

Boulden, J B, Instant Modelling, i Schrieber, A, Corporate Simulator Models, Seattle 1970. (5.2.2)

Boulden, J B & Buffa, E S, Corporate Models: on line, real systems, HBR, 1970, July-August. (5.2.2), (5.2.3), (6.3.3.2)

Boulding, K, The Image, Ann Arbor, Mich. 1956. (4.1.2)

Bower, J, Managing the Resource Allocation Process: A Study of Corporate Planning and Investment, Boston 1970. (4.2.2.1)

Braitwaite, R B, Scientific Explanation, Cambridge 1953. (2.1.1)

Branch, M, The Corporate Planning Process, New York 1962. (4.1.2)

Breton, P & Henning, D, Planning Theory, Englewood Cliffs 1961. (4.1.2)

Brown, R, Statistical Forecasting and Inventory Control, New York 1959. (A.5.1), (B.3.3)

Brown, R, Smoothing, Forecasting and Prediction, Englewood Cliffs 1963. (A.5.1), (B.3.4)

Brown, R, Stages in the Life Cycle of a Corporate Planning Model, i Schrieber, G, Corporate Simulation Models, Seattle 1970. (5.2.3)

Bruzeliuss, L, Hur många serviceenheter?, Lund 1972. (5.2.1), (6.3.2.2), (6.3.4.2), (6.3.5.1), (6.3.5.2) (7.3.1)

Bråten, S & Norlén, U, Simulation Model Analysis, Solna 1969. (6.3.4.2)

Bråten, S & Norlén, U, Description and Models of a Simulation of Communication Model, i Norlén, U, Simulation Model Building, Göteborg 1972. (6.3.4.2)

Buckley, W (ed), Modern Systems Research for the Behavioral Scientist, Chicago 1968. (3.1)

Buffa, E, Production and Inventory Systems, Homewood 1968. (3.2.1), (B.3.3)

Bunge, M, Scientific Research II, New York 1967. (2.0), (6.2.1).

Burdick, D S & Naylor, T, Response Surface Design, i Naylor, T, Computer Simulation Experiments with Models of Economic Systems, Durham 1969. (6.3.4.2)

Carlson, B, An Industrialist Views Industrial Dynamics, Industrial Management Review, 1964, Vol 6, nr 1. (5.2.2)

Carter, L R & Huzan, E, A Practical Approach to Computer Simulation in Business, London 1973. (2.2.1), (2.2.2), (5.2.1)

Case, H, Recension av Naylor et al, Computing Review, 1971. (1.1)

Chamberlain, N, Enterprise and Environment, New York 1968. (4.2.2.1)

Chow, W, Adaptive Control of Exponential Smoothing Constant, Journal of Industrial Engineering, No 5, 1963. (B.5)

Christensson, C, Decision: Structure and Freedom, Harvard 1972, stencil. (3.1)

Chorafas, D N, Systems and Simulation, New York & London 1965. (2.2.1)

Churchman, C W, An Analysis of the Concept of Simulation, i Balderston & Hoggatt, Symposium on Simulation Models, Cincinnati 1963. (2.2.1)

Churchman, C W, The Systems Approach, New York 1968. (3.1)

Churchman, C W, *Ackoff, R L & Ansoff, E L*, Introduction to Operations Research, New York 1957. (2.2.2)

Clark, A & Scarf, H, Optimal Policies for a Multi-Echelon Inventory Problem, Management Science, July 1960. (A.4.3), (B.3.2)

Clark, A & Scarf, H, Approximate Solutions to a Simple Multi-Echelon Inventory Problem, i Arrow, K J, Karlin, S & Scarf, H, Studies in Applied Probability and Management Science, Stanford 1962. (A.4.3)

Clarkson, G, Portfolio Selection: A Simulation of Trust Investment, Englewood Cliffs 1962. (6.3.5.2)

Cohen, K J, Computer Models of the Shoe, Leather and Hide Sequence, Englewood Cliffs 1960. (5.2.3), (6.3.1.2), (7.1.1)

Cohen, K J & Cyert, R, Simulation of Organizational Behavior, i March, J, Handbook of Organizations, Chicago 1965. (2.1.1), (4.2.2.1), (6.3.1.2), (6.3.3.2)

Cohen, K J & Cyert, R M, Computer Models in Dynamics Economics, Quarterly Journal of Economics, February, 1961. (2.2.1), (6.3.1.2)

Conway, R, Some Tactical Problems in Digital Simulation, Management Science, 1963, October. (6.3.1.2), (6.3.4.2)

Cyert, R M & March, J G, A Behavioral Theory of the Firm, Englewood Cliffs 1963. (2.2.1), (5.2.1), (6.3.3.2)

Cyert, R M, *Feigenbaum, E A & March, J G*, Models in a Behavioral Theory of the Firm, Behavioral Science, April 1959. (2.2.2)

Dalkey, N C, Families of Models, i Hollingdale, S H, Digital Simulation in Operational Research, New York 1967. (1.1)

Danielsson, A & Törnebohm, H, On Complex Systems with Human Components. FOA P rapport (8212-10), Stockholm 1968. (2.1.4)

Drucker, P, The Practice of Management, New York 1954. (3.3.3)

Dearden, J, Computers in Business Management, Homewood 1966. (5.2.3)

Dickson, G, Mauriel, J & Anderson, T, Computer Assisted Planning Models, i Schrieber, G, Corporate Simulation Models, Seattle 1970. (5.2.3)

Edström, O, Man-Computer Decision Making, Göteborg 1973. (7.1.3)

Emery, J C, Organizational Planning and Control Systems, New York 1969. (3.2.1), (3.2.2), (3.2.3), (3.3.1), (4.1.2), (4.2.1.1), (4.2.2.1)

Emery, F E & Trist, L, Socio-Technical Systems, i Emery, F E, Systems Thinking, New York 1969. (4.2.2.1)

Emshoff, J R & Sisson, R L, Computer Simulation Models, New York 1970. (1.1), (5.1), (5.2.1), (6.2.2), (6.3.1.1), (6.3.4.1), (6.3.4.2) (7.3.1)

Evans, G, Sutherland, G & Wallace, G, Simulation Using Digital Computers, Englewood Cliffs 1967. (5.1)

Fagerstedt, L & Pettersson, S, Validering av simuleringsmodeller - allmänna metodologiska synpunkter samt en diskussion kring en kommunikationsmodell, Stockholm 1971. (6.2.3), (6.3.5.1), (6.3.5.2)

Fishman, G S, Estimating Sample Size in Computing Simulation Experiments, Management Science, 1971 September. (6.3.4.2)

Forrester, J, Industrial Dynamics, Cambridge, Mass. 1961. (2.1.1), (2.1.2), (2.1.3), (2.2.2), (3.3.2), (5.2.2), (6.2.2), (6.3.1.2), (6.3.2.2), (6.3.3.2), (6.3.5.1), (7.2.1)

Forrester, J, Managerial Decision Making, i Greenberger, M, Computers and the World of Future, MIT 1962. (6.3.1.2), (6.3.5.1), (7.2.1.3)

Forrester, J, Principles of Systems, Cambridge 1968. (2.1.3), (2.2.1), (3.1), (3.3.3), (6.3.1.2), (6.3.5.1)

Forrester, J, Industrial Dynamics - After the first decade, Management Science, 1968, March. (2.2.2), (6.3.5.1)

Forrester, J, Industrial Dynamics - A Response to Ansoff and Slevin, Management Science, 1968, May. (2.2.2), (6.3.5.1)

- Galbraith, J*, Solving Production Smoothing Problems, Management Science, 1969, August. (4.2.2.1)
- Gavatin, P*, Budgetsimulering - ett instrument för förbättrad planering, Stockholm 1973, stencil. (2.2.1), (4.2.2.4)
- Gershefski, G*, Building a Corporate Financial Model, HBR, 1969, July-August. (5.2.3), (6.3.1.2), (7.1.1), (7.1.1.3)
- Gershefski, G*, Corporate Models - The State of the Art, i Schrieber, G, Corporate Simulation Models, Seattle 1970. (5.2.3), (6.3.2.1), (6.3.2.2)
- Goldie, H*, Simulation and Irritation, i Schrieber, G, Corporate Simulation Models, Seattle 1970. (5.2.3)
- Gordon, G*, System Simulation, Englewood Cliffs, N.J. 1969. (2.1.2)
- Gullander, S*, Beslutsregler för prognosticering och produktionsplanering samt experiment med en deterministisk simuleringsmodell, Stockholm 1970, stencil. (6.3.2.2), (5.2.1), (B.3.3)
- Gullander, S*, En studie i produktionsplanering, Stockholm 1970, stencil. (6.3.1.2), (5.2.1)
- Hadley, G & Whitin, T M*, Analysis of Inventory Systems, Englewood Cliffs 1963. (A.4.3), (A.5.1)
- Hagen, E*, Analytical Models in the Study of Social Systems, i On the Theory of Social Change, Homewood 1962. (2.1.1)
- Hammond, J S*, Do's and don'ts of Computer Models for Planning, HBR, 1974, March-April. (4.4.3.2), (5.2.3) .
- Harrison, P J*, Exponential Smoothing and Short-term Sales Forecasting, Management Science, July 1967. (B.3.3)
- Hayes, R & Nolan, R*, What Kind of Corporate Models Functions best?, HBR, 1974, May-June. (5.2.3), (6.3.3.1)
- Hauser, N*, Design Problems in a Process Control Simulator, Journal of Industrial Engineering, 1966, February. (6.3.4.2)
- Hedberg, B*, On Man-Computer Interaction in Organizational Decision-Making a Behavioral Approach, Göteborg 1970. (7.1.3)
- Hedberg, B, Edström, O & GlimeLL, H*, Man-Computer Interference? The Development and Design of a Marketing Information System. FE-rapport nr 10, Göteborg 1973. (7.1.3)
- Hempel, C*, Fundamental of Concept Formation in Empirical Science, Chicago 1952. (2.1.1)

Hempel, C & Oppenheim, P, Studies in the Logic of Explanation, Philosophy of Science, 15, 1948. (2.1.1)

Hermann, C F, Validation Problems in Games and Simulations, Behavioral Science, Vol. 12, May 1967. (6.3.5.1), (6.3.5.2)

Hertz, D, Risk Analysis in Capital Investment, HBR, 1964, Jan-Febr. (5.2.3)

Hitch, C, Analysis for Air Force Decisions, i Quade, Analysis for Military Decision, Chicago 1967. (4.4.1)

Hitch, C & McKean, R, The Economics of Defence in the Nuclear Age, Cambridge 1960. (4.2.4)

Hoggatt, A, Simulation and Management Control, i Bonini, C, Jaedicke, R & Wagner, H, Management Controls. New Directions in Basic Research, New York 1964. (1.1)

Holt, C, Forecasting Trends and Seasonals by Exponentially Weighted Moving Averages. O.N.P. Memorandum No. 52, Carnegie Institute of Technology, 1957. (B.3.3)

Holt, C, Discussion - Managerial Decision Making, Greenberger, MIT, 1962. (6.3.5.1), (6.3.5.2)

Holt, C & Schrank, W, Critique of: Verification of Computer Simulation Models, Management Science, 1967, October. (6.3.5.1)

Horn, R van, Validation of Simulation Results, Management Science, 1971, January. (6.3.1.2), (6.3.5.1), (6.3.5.2)

Howrey, P & Kelejian, H, Simulation versus Analytical Solutions, i Naylor, T, Computer Simulation Experiments with Models of Economic Systems, Durham 1969. (6.3.3.2)

Husack, G, Forecasting, Inventory Requirements, CORS, nr 3, 1970. (B.5)

Hägg, I, Företagsekonomisk simulering, Stockholm 1966. (2.2.1), (6.3.5.1), (6.3.3), (7.1.1.2)

Jones, C H, At last: Real Computer Power for Decision Makers, HBR, 1970, September-October. (5.2.2)

Johnsen, E, Analyseprocessen, Erhvervsøkonomisk Tidsskrift nr 2, 1964. (4.1.2)

Johnsen, E, Studies in Multiobjective Decision Models, Lund 1968. (2.1.4), (3.1), (3.2.1), (3.2.2), (3.2.3), (3.3.1), (3.3.3), (4.4.1)

Junker, U, Några metodproblem vid ekonomiska simuleringsexperiment, Lund 1970. (2.2.1), (6.2.1), (6.3.2.2)

Jääskeläinen, V, Production Planning and Budgeting, Helsingfors 1970.
(5.2.2), (B.3.3)

Kaplan, A, The Conduct of Inquiry. Methodology for Behavioral Science,
San Fransisco 1964. (2.1.1)

Katz, D & Kahn, R, The Social Psychology of Organizations, New York
1966. (3.1), (3.3.3)

Kleijnen, J P, Monte Carlo Technique: A Comment, i Naylor, T,
Computer Simulation Experiments with Models of Economic Systems,
Durham 1969. (6.3.4.2)

Kong-Chu & Naylor, T, A Dynamics Model of the Firm, Management Science,
May 1965. (2.2.2)

Koontz, H & Donnel, C, Principles of Management. An Analysis of
Managerial Functions, New York 1955. (4.2.2.1)

Kotler, P, Marketing Management. Analysis, Planning and Control,
Englewood Cliffs 1967. (4.1.2)

Kotler, P, Corporate Models: Better Marketing Plans, HBR, 1970.
(5.2.3)

Krasnow, H S, Simulation Languages, i Naylor, T, Computer Simulation
Experiments with Models of Economic Systems, Durham 1969. (6.3.2.2)

Kriebel, C, Operations Research in the Design of Management Informa-
tion Systems, Pittsburg 1966. (3.3.2)

Kuehn, A, Complex Interactive Models, i Frank, D, Kuehn, A & Massay, W,
Quantitative Techniques in Marketing Analysis, Homewood 1962.
(6.3.2.2)

Kuehn, A & Hamburger, M, A Heuristic Program for Locating Warehouses,
Management Science, 1963, July. (5.2.3)

Kuhn, T, The Structure of Scientific Revolutions, Encyclopedia of
Unified Science, Vol. 2, Chicago 1970 (1962). (1.1)

Langefors, B, Theoretical Analysis of Information Systems, Lund 1966.
(3.2.1), (3.2.2), (6.1.1)

Langefors, B, Sambanden mellan modell och verklighet, Stockholm 1966,
stencil. (2.1.1), (3.2.2)

Langefors, B, Directive Information for System Control, i Fisk, G,
The Analysis of Business System, Lund 1967. (3.3.1), (6.1.2)

Langefors, B, System för företagsstyrning, Lund 1968. (3.2.2)

Lande, H, How to use the Computer in Business Planning, Englewood Cliffs 1969. (5.2.2), (7.2.1.1)

Larsson, U & Lundin, R, Some Methodological Views on Digital Simulation, i Stockhaus, H, Models and Simulation, Göteborg 1970. (6.3.5.1), (6.3.5.2)

Lawrence, P R & Lorsch, J W, Developing Organizations: Diagnosis and Action, Reading, Mass. 1969. (3.2.1)

Lawrence, P R & Lorsch, J W, Organization and Environment, Boston 1967. (3.2.1)

Le Grande, E, The Development of a Factory Simulation using actual operating data, Management Technology, 1963, May. (5.2.1)

Lindström, C-G, Om informationen i beslutsprocessen. Ett utkast till en systemanalys, Åbo 1971. (6.1.2)

Little, J, Models and Managers: The Concept of a Decision Calculus, Management Science, 1970, April. (5.2.2), (6.3.3.1), (6.3.3.2), (7.2.1)

Lohmander, B & Öxring, E, Metoder och tekniker för adaptiv lagerstyrning, applicerade på sparbankernas kontantkassor, Lund 1972. (2.2.1), (6.3.4.2)

Lyden, F J & Miller, E G (eds), Planning Programming Budgeting: A Systems Approach to Management, Chicago 1968. (4.2.4)

Lundin, R, Metodproblem vid simulering, Göteborg 1973, stencil. (6.3.5.1), (6.2.2), (6.3.4.1)

Lyth, A, Richter, C-J & Ruthberg, C, Beslut med mål i blickpunkten, Lund 1973. (6.3.2.2)

Magee, J & Boodman, D, Production Planning and Inventory Control, McGraw-Hill 1967. (A.5.1)

Malm, A T, Strategic Planning Systems - A framework for analysis and design, Lund 1974, EFL. (5.4)

Malm, A T, System för strategisk planering. En konditionellt normativ ansats, Lund 1973. (3.3.3), (4.1.1), (4.1.3)

March, J G & Simon, H A, Organizations, New York 1958. (3.3.3)

Margenau, H, The Nature of Physical Reality, New York 1950. (2.1.1)

Martin, F, Computer Modelling and Simulation, New York 1968. (5.1), (6.2.2), (6.3.2.2), (6.3.5.1), (6.3.5.2)

Maruyama, M, The second cybernetics: Deviation - Amplifying Mutual Causal Processes, i Buckley, W (ed), Modern Systems Research for the Behavioral Scientist, Chicago 1968. (3.3.2)

Marx, I, Theories in Contemporary Psychology, 1963. (2.1.1)

Mattessich, R, Simulation of the Firm through a Budget Computer Program, Homewood 1964. (5.2.2), (7.2.1), (7.2.1.1)

Mc Kean, R, The Efficiency in Government through Systems Analysis, New York 1958. (4.2.4)

Mc Leod, J, Simulation is what?, i Simulation 1963, nr 1. (2.2.1)

Mc Leod, J, System Simulation, i Behavioral Science, 1974, January. (2.2.1)

Mc Millan, C & Gonzales, R, System Analysis, Homewood 1965. (3.2.1), (5.2.1), (B.3.3)

Meier, R, Newell, W & Pazer, H, Simulation in Business and Economics, Englewood Cliffs 1969. (2.1.2), (2.2.1), (5.1)

Mesarovich, M D, Systems Analysis of Multivariable Systems, MIT, 1960. (3.3.2)

Mesarovich, M D, Views on General Systems Theory, New York 1964. (3.1)

Mesarovich, M D, Sanders, J L & Sprague, C F, An Axiomatic Approach to Organizations from a General Systems Viewpoint, i Cooper, W, Leavitt, H & Shelley, M, Perspectives in Organization Research, New York 1964. (3), (3.3.3)

Mesarovich, M, Macko, D & Takahara, Y, Theory of Hierarchical Multilevel Systems, New York & London 1970. (4.2.1.2)

Miller, J G, Living Systems, Behavioral Science 10:3 och 10:4, 1965. (2.1.1), (3.1)

Miller, D W & Starr, M K, Inventory Control, Englewood Cliffs 1962. (A.5.1)

Mize, J & Cox, G, Essentials of Simulation, Englewood Cliffs 1968. (2.2.1), (5.1), (6.2.2), (6.3.2), (6.3.2.2), (6.3.4.2)

Montgomery, D, Silk, A & Zaragosa, C, A Multiple-Product Sales Force Allocation Model, Management Science 1971, December. (7.2.1)

Moore, J M, Computer Aided Facilities Design: An International Survey, 1973. (2nd International Conference on Productional Research.) (5.2.3)

Morgenthaler, O, The Theory and Applications of Simulation in Operations Research, i Ackoff, R, Progress in Operations Research I, New York 1961. (5.1)

Morris, W, Intuition and Relevance, Management Science, December, 1967. (4.4.1)

Mulligan, J E, Basic Optimization Techniques - a brief survey, i
Moore P G & Hodges, S D, Programming for Optimal Decisions,
Middlesex 1970. (2.1.2)

Nagel, E, The Structure of Science, New York 1961 (2.1.1)

Naylor, T, Corporate Models, Simulation today nr 16.
(5.2.3), (7.1)

Naylor, T, The Design of Computer Simulation Experiments, Duke 1969.
(6), (6.3.3.2), (6.3.4.1), (6.3.4.2)

Naylor, T, Corporate Simulation Models and the Economic Theory of the
Firm, i *Schrieber, G*, Corporate Simulation Models, Seattle 1970.
(7.1)

Naylor, T, Computer Simulation Experiments of Economic Systems,
New York 1971. (7.1.1), (7.1.1.1)

Naylor, T, Towards a Theory of Corporate Simulation Models, i
Computer Simulation versus Analytical Models, IV, Göteborg 1972,
stencil. (7.1)

Naylor, T, Balintfy, J, Burdick, D & Kong Chu, Computer Simulation
Techniques, New York 1966. (2.2.1), (5.1), (5.2.1), (6.2.1),
(6.3.1.1), (6.3.2.2), (6.3.3.2), (6.3.5.1)

Naylor, T & Finger, J, Verification of Computer Simulation Models,
Management Science, 1967, October. (6.3.5.1), (6.3.5.2)

Naylor, T, Wallace, W & Sasser, W E, A Computer Simulation Model of
the Textile Industry, i Review of the Statistical Institute, 1968.
(7.1.1)

Newell, A, Heuristic Programming: Ill-Structured Problems, i
Aronofsky, J, Progress in Operations Research, New York 1969.
(2.1.2), (4.4.1), (5.2.3)

Newell, A, Shaw, J C & Simon, H, Elements of a Theory of Human
Problem Solving Program, Psychological Review, 1958. (4.2.4)

Newell, A, Shaw, J C & Simon, H, The Process of Creative Thinking,
Rand P-1320, 1959. (3.3.3)

Nord, O, Growth of a New Product, MIT, 1963. (5.2.3)

Norlén, U, Simulation Model Building. A statistical approach to
modelling in the social sciences with the simulation method, Göteborg
1972. (2.2.1), (6), (6.2.2)

Olerup, A & Ramén, D, Simuleringens användning i planeringsprocessen, Lund 1972, stencil. (2.2.1)

Ozbekhan, H, Toward a General Theory of Planning, i Jantsch, E, Perspectives of Planning, Bellagio, Italy, 1968. (3), (3.1)

Ozbekhan, H, Planning and Human Action, i Weiss, P, Hierarchically Organized Systems in Theory and Practice, New York 1971. (3.3.3)

Orcutt, C H, Greenberger, M, Korbel, J & Rivlin, A, Microanalysis of Socioeconomic Systems, New York 1961. (6.3.2.2)

Overholt, J, Factor Selection, i Naylor, T, Computer Simulation Experiments with Models of Economic Systems, Durham 1969. (6.3.4.2)

Packer, D, Resource Acquisition in Corporate Growth, MIT, 1964. (5.2.3)

Pessemier, E A, New-Product Decisions, an analytical approach, New York 1966. (5.2.3)

Printz, L, Konstruktion af ledelses informationssystemer, Århus 1971, stencil. (4.2.1.1), (4.2.2.4), (6.1.2)

Ramström, D, The Efficiency of Control Strategies, Uppsala 1967. (3.2.1), (3.2.2), (3.2.3), (3.3.1)

Ramström, D, An Approach to Organizational Analysis, i Johnsen, E, Systemproblem, Lund 1968. (4.1.2)

Rao, A & Shapiro, A, Adaptive Smoothing using Evolutionary Spectra, Management Science, November, 1970. (B.5)

Rapoport, A, Foreword i Buckley, W, Modern Systems Research for the Behavioral Scientist, Chicago 1968. (3.1)

Rhenman, E, Företaget och dess omvärld - Organisationsteori för långsiktsplanering, Stockholm 1969. (3.2.1), (3.3.3), (4.1.1), (4.2.2.1)

Rivett, H, Why Simulate? Ingår i Hollingdale, O H, Digital Simulation, London 1967. (6.3.1.2)

Roberts, E, Industrial Dynamics and Design of Management Control Systems, i Bonini, Jaedicke & Wagner, Management Controls, New York 1964. (3.3.2), (5.2.2)

Rosenkrantz, F, Methodological Concepts of Corporate Models, i Computer Simulation versus Analytical Solution for Business and Economic Models, II, Göteborg 1972. (7.1)

Root, P, Implementation of Risk Analysis for the Management of Product Innovations, i Computer Simulation versus Analytical Solutions for Business and Economic Models, IV, 1972. (5.2.3), (7.1.1)

Rosenblueth, A & Wiener, N, Purposeful and non-purposeful Behavior, i Buckley, W, Modern Systems Research for the Behavioral Scientist, Chicago 1968.

Samuelson, L, Effektiv budgetering. En analys av beslut om budgeteringens utformning, Stockholm 1973. (4.4.2), (4.4.3.1), (4.4.3.2)

Samuelson, P A, Foundations of Economics Analysis, Cambridge 1948. (2.1.3)

Schlaifer, R, Probability and Statistics for Business Decisions. An Introduction to Managerial Economics under Uncertainty, New York 1959. (B.3.2)

Schmidt, J & Taylor, R, Simulation and Analysis of Industrial Systems, Homewood 1970. (2.2.2), (5.2.1)

Schon, D A, Displacement of Concepts, London 1963. (1.1)

Schrieber, G, Corporate Simulation Models, Seattle 1970. (5.2.3), (6.3.3.1)

Schulz, R & Sullivan, E, Developments in Simulation in Social and Administrative Science, i Guetzkow, Kotler & Schultz, Simulation in Social and Administrative Science, Englewood Cliffs 1972. (1.1), (5.1)

Shubik, H, Simulation and Gaming, i Oxenfelt, A, Models of Markets, New York 1963. (5.2.3)

Simon, H A, The New Science of Management Decisions, New York 1960. (3.3.3)

Simon, H A, The Architecture of Complexity, Proceeding American Philosophical Society, December, 1962. (3.3.3)

Simon, H A, The Shape of Automation, New York 1965. (4.2.4), (4.4.1)

Simon, H A & Ando, A, Essays on the Structure of Social Science Models, Cambridge 1963. (3.3.3)

Simon, H & Newell, A, Simulation Human Thinking, i Greenberger, M, Computers in the World of the Future, MIT, 1962. (4.4.1)

Simon, H & Newell, A, Heuristic Problem Solving, i Operations Research, 1958, Jan-Febr. (4.4.1)

Simplan (system), Social System Inc, 1974. (6.3.2.1)

Sisson, R, Simulation: Uses, i Aronofsky, J, Progress in Operations Research III, New York 1969. (2.1.2), (4.4.1), (6.1.1), (6.3.1.2)

Sjöberg, S, Simulering för utveckling av självreglerande system för produktionsplanering, Göteborg 1965. (2.2.1)

Skaussen, I, Numerisk simulering - et analyserverktøj, Köpenhamn 1967. (6.3.2.2)

Sloan, P, My Years with General Motors, New York 1963. (3.3.3)

Sommerhoff, G, The Abstract Characteristics of Living Systems, i Emery, F, Systems Thinking, Middlesex 1969. (3.3.1)

Springer, C H, Strategic Management in General Electric, 1973, stencil. (5.2.3)

Sprowls, C, Simulation and Management Control, i Bonini, C, Jaedicke, R & Wagner, H, Management Controls. New Directions in Basic Research, New York 1964. (1.1)

Starr, M, Planning Models, i Management Science, 1966, nr 4. (4.2.1.1)

Steiner, G, Top Management Planning, New York 1969. (4.1.2), (4.2.1.1), (4.2.2.1), (5.2.3)

Stockhaus, H, Models and Simulation, New York 1970. (6.0)

Stymne, B, Values and Processes. A Systems Study of Effectiveness in Three Organizations. Lund 1970. (3.2.1)

Söderbaum, P, Positionsanalys vid beslutsfattande och planering. Ekonomisk analys på tvärvetenskaplig grund. Stockholm 1973. (4.2.2.1), (4.2.2.4)

Thabor, A & Noblanc, P Y, Marketing Information and Simulation System for the Tire Producers, i Computer Simulation versus Analytical Solutions for Business and Economic Models, IV, Göteborg 1972. (6.3.2.2), (7.1.1)

Thompson, V, Organizations in Action, New York 1967. (3.2.1), (4.2.2.1)

Tocher, K D, The Art of Simulation, Princeton 1963. (6.3.4.2)

Tocher, K D, Simulation: Languages, i Aronofsky, Progress in Operations Research III, New York 1969. (6.3.2.1), (6.3.2.2)

Tonge, F M, A Heuristic Program for Assembly Line Balancing, Englewood Cliffs 1961. (5.2.1), (7.3.1)

Trigg, D, Monitoring a Forecasting System, Operational Research Quarterly, Vol. 15, 1965. (B.5)

Trigg, D, & Leach, A, Exponential Smoothing with an Adaptive Response Rate, Operational Research Quarterly, 1967. (B.5)

Tuason, R V, Experimental Simulation on a Pre-determined Marketing Mix Strategy, i Guetzkow, H, Kotler, P & Schultz, R, Simulation in Social and Administrative Science, 1972. (5.2.1)

Törnebohm, H, Fysik och filosofi, Göteborg 1957. Göteborgs universitets årsskrift. (2.1.1)

Urban, G, A New Product Analysis and Decision Model, Management Science, 1968, April. (5.2.3)

Wagner, H, O'Hagen, M & Lundh, B, An Empirical Study of Exactly and Approximately Optimal Inventory Policies. Management Science, 1965, May. (A.5.1), (B.3.2)

Van Court Hare, System Analysis, New York 1967. (2.1.2), (2.1.3), (3.1)

Weber, W, Manpower Planning in Hierarchical Organizations: A Computer Simulation Approach. Management Science, 1971, November. (7.1)

Veinott, A & Wagner, H, Computing Optimal (s,S) Inventory Policy, Management Science, March, 1965. (A.5.1)

Wheeling, R F, Structured Problems, i Aronofsky, J, Progress in Operations Research. Relationship between Operations Research and the Computer. Vol. III. New York 1969. (6.3.4.2)

Widebäck, G, Budgeteringens inverkan på ett företags effektivitet, Lund 1964. (4.4.2), (4.4.3.2)

Widebäck, G, A Model of Budgeting, Berkeley 1966. (4.4.2)

Widebäck, G, Innebörden av programbudgetering och dess tillämpning i USA, 1967:11 SOU, Programbudgetering I, s 63-65. (4.2.4)

Wilde, D, Optimum Seeking Methods, Englewood Cliffs, 1964. (2.1.2)

Wilson, I & Wilson, M, Information, Computers and Systems Design, London 1965. (3.3.2)

Winters, P, Forecasting Sales with Exponentially Weighted Averages, i Management Science, 1960, April. (B.3.3)

Winters, P, Inventory Control in a Multiple Warehouse System, Carnegie Institute of Technology, 1958. (A.4.3)

Woodward, J, Industrial Organization: Theory and Practice, London 1965. (3.2.1)

Ward, D H, Comparison of Different Exponentially Weighted Prediction. The Statistician, Vol. 13, No 3, 1963. (B.3.3)

Avhandlingar utgivna inom ramen för EFL:s informationsprogram

- Erik Johnsen: Studies in multiobjective decision models. Studentlitteratur. Lund 1968.
- Gösta Kedner: Kortfristig optimal likviditetsplanering. Stencil Lund 1970.
- Jan Billgren: Branschstudiemetoder i teori och tillämpning. Stencil. Lund 1970.
- Ingmar Tufvesson: För- och efterprövning av företagets marknads-kommunikation. Stencil. Lund 1970
- Carl-Axel Engdahl: Exportsamverkan. CWK Gleerup. Lund 1970.
- Göran Nilsson: Företagsstrategier. En jämförelse mellan strategival inom några svenska branscher. CWK Gleerup. Lund 1971.
- Rolf Andersson:
Björn Bjerke: Dynamisk kapitalplanering. Sparfrämjandet. Stockholm 1971.
- Bengt Lohmander
Eron Oxing: Metoder och tekniker för adaptiv lagerstyrning – applicerade på sparbankernas kontantkassor. Lund 1972.
- Lars H. Bruzelius: Hur många serviceenheter? CWK Gleerup. Lund 1972.
- Hans Näslund: Tre studier av konsumtionsprocessens måluppfyllnads-grad och varudeklarationssystemet. Stencil. Lund 1973.
- Thorvald Christensen: Faktorer, som påverkar produktutveckling av konsument-produkter. Stencil. Lund 1973. (EFL – FR 7303)
- Allan T. Malm: System för strategisk planering. En konditionellt normativ ansats. Stencil. Lund 1973. (EFL – FR 7307)
- Bozorg Namazi-Fard: Applications of queing theory to general hospitals. Lund 1974. (EFL – FR 7403)
- Hans Hyrenius
Ingvar Sjögerås: De mindre industriföretagens exportbeteende, en explorativ studie. Lund 1974. (EFL – FR 7404)
- Olof Arwidi: Planering och simulering Lund 1974. (EFL – FR 7405)



FÖRETAGSEKONOMISKA INSTITUTIONEN vid LUNDS UNIVERSITET

utgiven i samarbete med Stiftelsen för
Information om Ekonomisk Forskning, LUND (EFL)
Fack, S-220 05 LUND 5, SWEDEN tel. 046/11 96 42